অধ্যায় ৫

পদার্থের অবস্থা ও চাপ

MAIN TOPIC

আমরা সবাই পদার্থের তিনটি অবস্থা অর্থাৎ কঠিন, তরল ও বায়বীয় অবস্থা সম্পর্কে জানি। এ অধ্যায়ে আমরা পদার্থ তার এ তিন অবস্থাতে কিভাবে চাপ প্রয়োগ করে এবং এ তিন অবস্থায় স্থিতিস্থাপক ধর্ম কিভাবে কাজ করে তা পড়ব। সবশেষে আমরা পদার্থের চতুর্থ অবস্থা, প্লাজমা নিয়ে আলোচনা করব।

এ অধ্যায়ে যেসব বিষয়ের উপর আলোকপাত করা হয়েছে তা নিম্নরুপ :

১. চাপ

২. ঘনত্ব এবং দৈনন্দিন জীবনে এর ব্যবহার

৩. তরলের ভেতর চাপ

- আর্কিমিডিসের সুত্র এবং প্লবতা
- বস্তুর ভেসে থাকা এবং ডুবে যাওয়া
- বাংলাদেশ নৌপথে দুর্ঘটনার কারণ
- প্যাসকেলের সুত্র

৪. বাতাসের চাপ

- টরিসেলির পরীক্ষা
- বাতাসের চাপ এবং আবহাওয়া

৫. স্থিতিস্থাপকতা

৬. স্থিতিস্থাপকতা পদার্থের তিন অবস্থা : কঠিন, তরল ও গ্যাস

- পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্ব
- পদার্থের চতুর্থ অবস্থা

১. চাপ (Pressure)

" কোনো বল কোনো ক্ষেত্রের উপর লম্বভাবে ক্রিয়া করলে ক্ষেত্রের প্রতি একক কেত্রফলের উপর প্রযুক্ত বলকে চাপ বলা হয়। "

A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল F

$\therefore 1$ " " " $\frac{F}{A}$

সূত্র	চলকের পরিচয়	একক
$P = \frac{F}{A}$	$P =$ চাপ $F =$ বল $A =$ ক্ষেত্রফল	$\frac{N}{m^2}$ অথবা Pa

মাত্রা $[P]$: $ML^{-1}T^{-1}$

চাপ একটি স্কেলার রাশি।

২. ঘনত্ব (Density) এবং দৈনন্দিন জীবনে এর ব্যবহার

বস্তুর একক আয়তনের ভরকে তার উপাদানের ঘনত্ব বলে।

অর্থাৎ একক আয়তনে কোনো বস্তুর পদার্থের পরিমাণ হলো ভর। আমরা যদি সমান আয়তনের এক টুকরো লোহা এবং এক টুকরো কাঠকে পানিতে ছেড়ে দিই তাহলে দেখব কাঠের টুকরো ভেসে আছে তবে লোহার টুকরা ডুবে গেছে। কেননা ঘনত্ব ভরের সমানুপাতিক। এখানে লোহার ভর বেশি বলে তার ঘনত্বও বেশি। এবং এ কারণেই লোহার টুকরোটি ডুবে যায়। আর ঘনত্ব কম থাকায় কাঠের টুকরা ভেসে থাকবে।

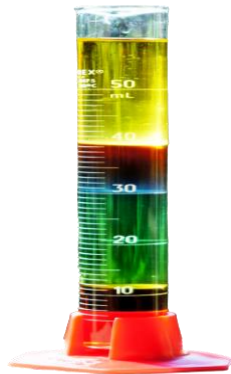
V আয়তনের ভর m

$\therefore 1$ " " $\frac{m}{v}$

$\therefore \rho = \frac{m}{v}$

সুত্র	চলকের পরিচয়	একক
$\rho = \frac{m}{v}$	$P =$ ঘনত্ব $m =$ ভর $v =$ আয়তন	$\frac{kg}{m^3}$ অথবা, gm/cc

মাত্রা $[\rho]$: ML^{-3}

ঘনত্ব উপাদান ও তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল। এটি একটি স্কেলার রাশি।

বিভিন্ন পদার্থের ঘনত্ব :

পদার্থ	ঘনত্ব
বাতাস	0.00127
কর্ক	0.25
কাঠ	0.4-0.5
মানবদেহ	0.995
পানি	1.00
কাঁচ	2.60
লোহা	7.80
পারদ	13.60
সোনা	19.30

দৈনন্দিন জীবনে ঘনত্বের ব্যবহার :

১। পরিচালন (Convection) পদ্ধতির মাধ্যমে পানি কিংবা গ্যাসকে গরম করা হয়। এ প্রক্রিয়ায় পানি কিংবা গ্যাসকে যে পাত্রে রাখা হয় তা উত্তপ্ত করা হয়। পাত্রের নিচের পানি বা গ্যাস কিছুক্ষণের মধ্যে প্রসারিত হয় এবং ঘনত্ব কমে যায় (যেহেতু আয়তন ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক)। ফলে কম ঘনত্ব যুক্ত পানি বা গ্যাস পাত্রের উপরে আসতে থাকে এবং পাত্রের উপরের শীতল পানি বা গ্যাস নিচে এসে জমা হয়। কিছুক্ষণ পর সেটাও উত্তপ্ত হয়ে উপরে উঠে যায় এবং এভাবেই অনবরত চলতে থাকে।

২। ফানুসের নিচে আগুন জ্বালানোর ফলে তার ভিতরের বায়ু উত্তপ্ত হয়ে ঘনত্ব কমে যায়। ফলে ফানুস ধীরে ধীরে উপরে উঠে যায়।

৩। ডিম ভাল না পচা তা সনাক্তকরণ করা যায়। যদি ডিম পচা হয় তাহলে তা পানিতে ভেসে থাকবে। কেননা ডিমে যখন পচন ধরা শুরু হয় তখন তার ভিতরের কঠিন পদার্থ গ্যাসে পরিণত হওয়া শুরু করে। এ গ্যাস ধীরে ধীরে ডিমের খোসা ভেদ করে পরিবেশে চলে যায়। ফলে ডিমের ভর কমে গিয়ে ঘনত্ব হ্রাস পায়। এ কারণে যথেষ্ট পচা ডিমকে আমরা পানিতে ভেসে থাকতে দেখব।

৪। গ্রীষ্মকালে দেখা যায় পকুরের উপরের পানি উষ্ণ তবে নিচের পানি শীতল। এক্ষেত্রে তাপ উপর থেকে আসার কারণে পানি গরম হয়ে ঘনত্ব কমে উপরের দিকেই রয়ে যায়। ফলে সমগ্র পুকুরের পানি সমানভাবে উত্তপ্ত হতে পারে না।

৫। কিছু বিপজ্জনক ঘটনার সাথেও ঘনত্ব জড়িত বটে ! যেমন- বেলুন উড়ানোর জন্য প্রায় সময়ই ব্যয়বহুল হিলিয়াম গাসের পরিবর্তে ব্যবহার করা হয় হাইড্রোজেন এবং মিথেন গ্যাস যা বায়ুর তুলনায় হালকা। এ দুইটি গ্যাস অতি মাত্রায় দাহ্য হওয়ায় অগ্নিকাণ্ড ঘটার একটি বিরাট সম্ভাবনা থাকে।

৩. তরলের ভেতর চাপ (Pressure in liquids)

তরল পদার্থের ভিতরে কোনো বিন্দুতে চাপ বলতে ঠিক ঐ বিন্দুর চারদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে অনুভূত বলকে বুঝায়। একটি পাত্রকে তরল দ্বারা পূর্ণ করে তরলের পৃষ্ঠ হতে h m নিচে A ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি তল বিবেচনা করি। তরলের ঘনত্ব ρ এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g ।

এখানে, A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল = তরলের ওজন

বা, $F = mg$

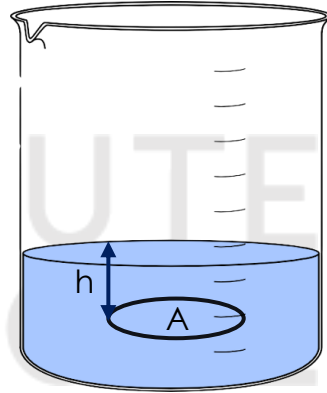
বা, $F = \rho v g$ [$\because v =$ আয়তন]

বা, $F = Ah\rho g$ .... (i)

আমরা জানি,

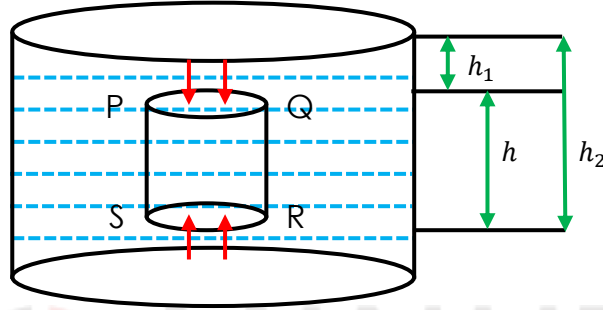
চাপ, $P = \frac{F}{A}$

$= \frac{Ah\rho g}{A}$ [i নং হতে]

$\therefore P = h\rho g$

তাই বলা যায়, তরলের মধ্যে কোনো বিন্দুতে চাপ নির্ভর করে তরলের ঘনত্ব এবং তরলের মুক্ত তল হতে বিন্দুর গভীরতার উপর।

আর্কিমিডিসের সূত্র এবং প্লবতা (Archimedes Law And Buoyancy)

প্রবাহী (Fluid) : যে পদার্থ প্রবাহিত হয় বা হতে পারে তাকে প্রবাহী বলা হয়। তরল ও বায়বীয় পদার্থই হলো প্রবাহী।

প্লবতা : কোনো প্রবাহী অর্থাৎ তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত কোনো বস্তুর উপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে যে ঊর্ধ্বমুখী লব্ধি বল প্রয়োগ করে তাকে প্লবতা বলে।

চিত্রঃ প্লবতার মান নির্ণয়

তাহলে চলো বন্ধুরা একটি পরীক্ষার মাধ্যমে প্লবতার মান বের করি। ধরি, A প্রস্থচ্ছেদের এবং h উচ্চতার একটি সিলিন্ডার ρ ঘনত্বের তরলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় আছে। তরলের মুক্ত তল হতে সিলিন্ডারের উপরের ও নিচের পৃষ্ঠের গভীরতা যথাক্রমে h_1 ও h_2। অর্থাৎ, $h = h_1$-h_2

স্বাভাবিকভাবে, সিলিন্ডারটি প্রতি বিন্দুতে তরল দ্বারা চাপ অনুভব করবে। খেয়াল কর, বক্রপৃষ্ঠের তরল কর্তৃক প্রযুক্ত পার্শ্বচাপজনিত বল পরস্পর সমান ও বিপরীতমুখী হওয়ায় নাকচ হয়ে যায়। কিন্তু তরল সিলিন্ডারের উপরিপৃষ্ঠের তুলনায় নিম্নপৃষ্ঠে বেশি চাপ প্রয়োগ করে (যেহেতু স্থির তরলে চাপ উচ্চতার সমানুপাতিক)। ফলে SR পৃষ্ঠে তরল বেশি বল প্রয়োগ করে এবং PQ পৃষ্ঠে কম বল প্রয়োগ করে (যেহেতু চাপ বলের সমানুপাতিক)। সিলিন্ডারের উপরিপৃষ্ঠে ও ঊর্ধ্বমুখী লব্ধি বল।

PQ – এ তরল কর্তৃক নিম্নমুখী বল , $F_1 = Ah_1\rho g$

SR – এ " " ঊর্ধ্বমুখী " , $F_2 = Ah_2\rho g$

সুতরাং, প্লবতা $F = F_2 - F_1$ $[\because F_2 > F_1]$

$= Ah_2\rho g - Ah_1\rho g$

$= A(h_2 - h_1)\rho g$

$= Ah\rho g$

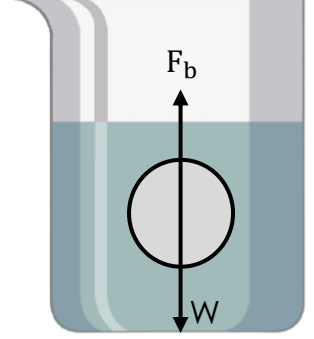
$= V\rho g$ $[V = hA =$ সিলিন্ডারের আয়তন $=$ বস্তু কর্তৃক অপসারিত প্রবাহীর ওজন

[যেহেতু বস্তু তার নিজের আয়তনের সমান আয়তনের তরল আপসারন করবে।]

তোমাদের অনেকের মনেই হয়তো প্রস্ন আসতে পারে প্লবতা সর্বদা ঊর্ধ্বেই কেন ক্রিয়া করবে? কারণ – সিলিন্ডারের নিম্নপৃষ্ঠে তরল কর্তৃক প্রদত্ত ঊর্ধ্বমুখী বল, উপরিপৃষ্ঠে প্রদত্ত নিম্নমুখী বলের তুলনায় বেশি। ফলস্বরূপ প্লবতাও ঊর্ধ্বে ক্রিয়া করে।

আর্কিমিডিসের নীতি

কোনো বস্তুকে স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি কিছু ওজন হারায় বলে মনে হয়। এ হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওজনের সমান।

চিত্রে, তরলে নিমজ্জিত গোলকের W নিম্নমুখী হয়ে ক্রিয়া করছে। অপরদিকে প্লবতা F_b ঠিক একই বরাবর ঊর্ধ্বমুখীভাবে ক্রিয়া করছে। এই ঊর্ধ্বমুখী বলের জন্যই তরলে নিমজ্জিত বস্তু ওজন হারায় বলে মনে হয়।

প্লবতা = বস্তু কর্তৃক অপসারিত প্রবাহীর ওজন = বস্তুর হারানো ভর

❑ বস্তুর ভেসে থাকা এবং ডুবে যাওয়া :

ρ_1 ঘনত্বের একটি বস্তু এবং ρ_2 ঘনত্বের তরল বিবেচনা করি। মনে করি, বস্তুটির ওজন এবং বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন যথাক্রমে W_1 ও W_2।

বস্তুটির ভাসন ও নিমজ্জনের ক্ষেত্রে তিনটি অবস্থার সৃষ্টি হতে পারে -

i) বস্তুটি তরলে ডুবে যাবে, যদি-

$$W_1 > W_2$$

$$\rho_1 > \rho_2$$

ii) বস্তুটি তরলে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে, যদি-

$$W_1 = W_2$$

$$\rho_1 = \rho_2$$

iii) বস্তুটি আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে, যদি-

$$W_1 < W_2$$

$$\rho_1 < \rho_2$$

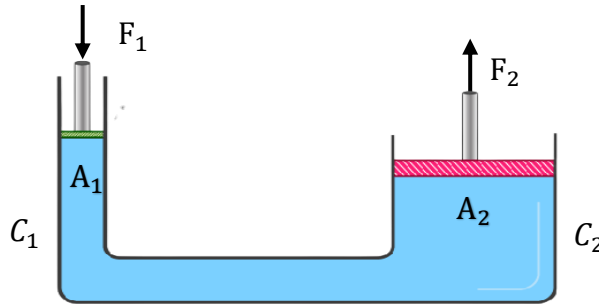
❑ বাংলাদেশে নৌপথে দুর্ঘটনার কারণ :

নৌযান পানিতে ভাসে কারণ এর ভিতরটা ফাঁপা। ফলে নৌযানে যে আয়তনের পানি অপসারণ করে তার ওজন নৌযানের ওজনের চেয়ে অনেক বেশি হয়। এতে নৌযান পানিতে নামানোর পর প্রথমে ডুবতে শুরু করে। খানিকটা ডুবার পর যখন অপসারিত পানির ওজন নৌযানের ওজনের সমান হয় তখন নৌযানটি ভাসতে থাকে। একটি নৌযান যখন তৈরি করা হয় এজন্য তখন তার আকার ও আকৃতি এমন করা হয় যে পানিতে নামালে ডুবন্ত অংশ কর্তৃক অপসারিত পানির ওজন নৌযানের ওজনের সমান হয়। অতএব যখন ধারণ ক্ষমতার বেশি যাত্রী উঠানো হয় তখন নৌযান ডুবে যায়। এছাড়া দুর্যোগপূর্ণ আবহাওয়া, অন্যকিছুর সাথে সংঘর্ষ, যন্ত্রপাতি ও নকশার ত্রুটি, মালপত্রের অনিয়মিত সংরক্ষণ ইত্যাদি কারনেও নৌপথে দুর্ঘটনা ঘটে থাকে।

প্যাসকেলের সূত্র:

আবদ্ধ পাত্রে তরল বা বায়বীয় পদার্থের কোনো অংশ বাইরে থেকে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ কিছু মাত্র না কমে তরল বা বায়বীয় পদার্থের সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তরল বা বায়বীয় পদার্থের সংলগ্ন পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

প্যাসকেলের সুত্রের ব্যবহারিক ক্রিয়া, বলবৃদ্ধিকরণ

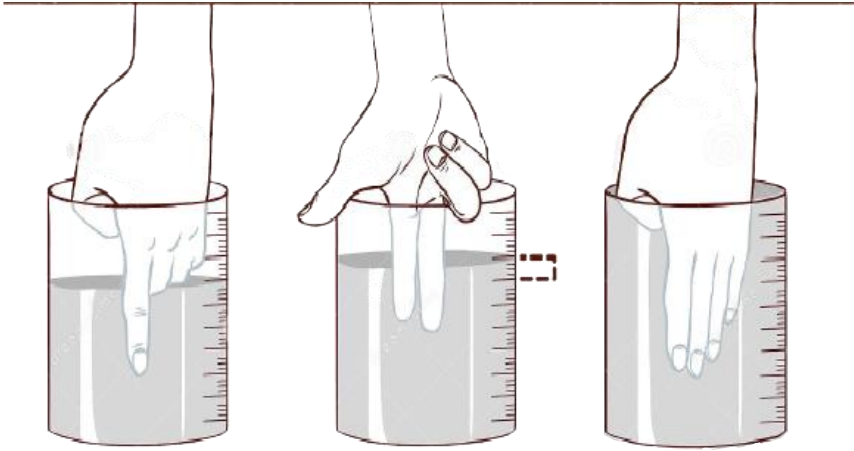
আবদ্ধ তরল পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশের উপর পিস্টন দ্বারা কোনো বল প্রয়োগ করলে এর বৃহত্তম পিস্টনে সেই বলের বহুগুণ বেশি বল প্রযুক্ত হতে পারে, একে বল বৃদ্ধিকরণ নীতি বলে।

ধরি, C_1 ও C_2 দুটি সিলিন্ডার। এদের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A_1 ও A_2। সিলিন্ডার দুটি একটি নল দ্বারা সংযুক্ত এবং প্রত্যেক সিলিন্ডার একটি করে পিস্টন নিচ্ছিদ্রভাবে লাগান আছে। সিলিন্ডার দুটি তরল দ্বারা পূর্ণ করা আছে। যদি ছোট পিস্টনে F_1 বল প্রয়োগ করা হয় তাহলে ছোট পিস্টনে অনুভুত চাপ হবে $\frac{F_1}{A_1}$। প্যাসকেলের সূত্রানুসারে এ চাপ তরল পদার্থ দ্বারা সবদিকে সঞ্চালিত হবে।

$\therefore$ বড় পিস্টনে প্রযুক্ত ঊর্ধ্বচাপ হবে $\frac{F_1}{A_1}$

$\therefore$ বড় পিস্টনে অনুভূত ঊর্ধ্বমুখী বল $F_2 =$ চাপ $\times$ ক্ষেত্রফল

বা, $F_2 = \frac{F_1}{A_1} \times A_2$

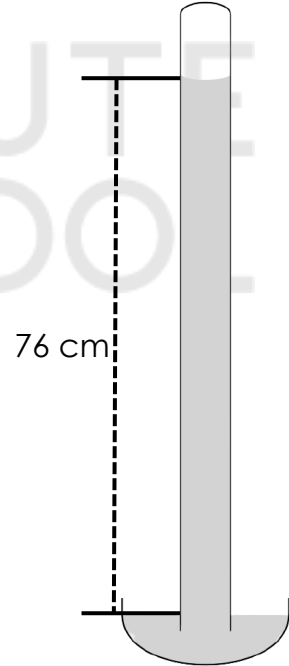
$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$$

তাই বলা যায়, বড় পিস্টনের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল যত বেশি হবে বলও তত বেশি অনুভূত হবে।

8. বাতাসের চাপ (Air Pressure)

বায়ুমণ্ডল তার ওজনের জন্য ভূপৃষ্ঠে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে যে পরিমান বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্থানের বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বলে। পৃথিবী পৃষ্ঠে বাতাসের চাপ $10^5 Nm^{-2}$। তবে মানুষের শরীরের ভিতরে রক্তের চাপ বাইরের এ চাপ অপেক্ষা বেশি বলে মানুষ সাধারণত বাতাসের এ চাপ অনুভব করে না।

বায়ুমণ্ডলের চাপ নির্ভর করে বায়ুমণ্ডলের উচ্চতা এবং বায়ুর ঘনত্বের উপর। ভূপৃষ্ঠ অর্থাৎ সমুদ্র সমতলে বায়ুর সাধারন চাপ হলো **76cm** পারদস্তম্ভের চাপের সমান। ভূপৃষ্ঠের সমুদ্র সমতল থেকে যত উপরে উঠা যায় তত বায়ুস্তম্ভের ওজন এবং ঘনত্ব হ্রাস পায়। এজন্য বেশি উচ্চতায় উঠলে শ্বাস-প্রশ্বাস নেয়া কষ্টকর হয়। নিশ্চয়ই তোমরা এতক্ষণে পর্বতারোহণের সময় পর্বতারোহীরা অক্সিজেন সিলিন্ডার কেন ব্যবহার করেন তার উত্তর পেয়ে গিয়েছ।

❑ টরিসেলির পরীক্ষা :

প্রায় এক মিটার লম্বা, একমুখ খোলা এবং সুষম ব্যাসযুক্ত পুরু কাচের নল নিয়ে পরীক্ষাটি করতে হবে। নলটি বিশুদ্ধ পারদ দ্বারা পূর্ণ করে কাচনলের খোলা মুখ আঙ্গুল দিয়ে আটকিয়ে নলটিকে উল্টা করে একটি পারদপূর্ণ পাত্রের মধ্যে ডুবাতে হবে। এবার আঙ্গুল সরিয়ে নল্কে খাড়া করে রাখার ব্যবস্থা করলে দেখা যাবে পারদ কিছুদূর নেমে এসে স্থির হয় দাঁড়িয়ে আছে। বায়ুমণ্ডলের চাপের কারণের এমন হচ্ছে। পাত্রের পারদের উপর বায়ুমণ্ডল সর্বদা চাপ দিচ্ছে। এ চাপ পারদের মধ্যে দিয়ে সঞ্চালিত হয়ে নলের ভিতরে ঊর্ধ্বমুখে ক্রিয়া করে। এই চাপই নলের ভিতরে পারদস্তম্ভকে ধরে রাখে। এ চাপ না থাকলে অভিকর্ষের জন্য নলের ভিতরের পারদ নিচে নেমে আসত। সুতরাং বায়ুমণ্ডলীয় চাপ এবং নলের পারদস্তম্ভের চাপ সমান। সাধারণ ক্ষেত্রে নলের ভিতরে যে পারদস্তম্ভ থাকবে তার উচ্চতা প্রায় 76 cm। তার মানে বায়ুমণ্ডলের চাপ 76 cm উঁচু পারদস্তম্ভকে ধরে রাখতে সক্ষম। এভাবে তরল স্তম্ভের উচ্চতা ব্যবহার করে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের পরিমাণ করা যায়।

কাচনলে যে পারদস্তম্ভ দাঁড়িয়ে থাকে তার উপর নলের বদ্ধ প্রান্ত পর্যন্ত স্থান শুন্য। এই শুন্য স্থানকে টরিসেলির শূন্যস্থান বলে। এখানে সামান্য পারদ বাষ্প থাকে। বায়ুর চাপ পরিমাণ করার যন্ত্রকে ব্যারোমিটার বলে। এ ব্যারোমিটার টরিসেলির এ পদ্ধতি দিয়েই তৈরি।

❑ বাতাসের চাপ এবং আবহাওয়া :

আমরা ব্যারোমিটারে পারদস্তম্ভের উচ্চতার পরিবর্তন দেখে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের পরিবর্তন বুঝতে পারি।

১. ব্যরোমিটারে পারদ স্তম্ভের উচ্চতা ধীরে ধীরে কমতে থাকলে বোঝা যাবে। বায়ুতে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ ধীরে ধীরে বাড়ছে। কারণ জলীয় বাষ্প বায়ুর চেয়ে হালকা। এক্ষেত্রে বৃষ্টিপাতের সম্ভাবনা আছে।

২. হঠাৎ যদি পারদস্তম্ভের উচ্চতা খুব কমে যায় তবে বুঝতে হবে চারদিকে বায়ুমণ্ডলের চাপ সহসা কমে গেছে এবং ঐ স্থানে নিম্নচাপের সৃষ্টি হয়েছে। পার্শ্ববর্তী উচ্চচাপের অঞ্চল থেকে বায়ু প্রবল বেগে নিম্নচাপের অঞ্চলে ছুটে আসবে। সুতরাং ঝড়ের সম্ভাবনা আছে।

৩. ব্যারোমিটারে পারদস্তম্ভের উচ্চতা ধীরে ধীরে বাড়লে বুঝতে হবে বায়ুমণ্ডল থেকে জলীয় বাষ্প অপসারিত হচ্ছে এবং শুষ্ক বাতাস সেই স্থান দখল করেছে। অতএব আবহাওয়া শুষ্ক ও পরিষ্কার থাকবে।

৫. স্থিতিস্থাপকতা (Elasticity)

বাহ্যিক বল প্রয়োগ করে কোনো বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়ের পরিবর্তনের চেষ্টা করলে, যে ধর্মের জন্য বস্তুটি এই প্রচেষ্টাকে বাধা দেয় এবং বল অপসারিত করলে পুনরায় পূর্বের আকার বা আয়তন ফিরে পায় সেই ধর্মকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

যে সীমার বেশি বল প্রয়োগ করলে বস্তু আর পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

বিকৃতি (Strain) :

বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করলে পদার্থের আকার বা দৈর্ঘ্যের যে আপেক্ষিক পরিবর্তন হয় তাকে বিকৃতি বলে।

$$\text{বিকৃতি} = \frac{L-L_o}{L_o} = \frac{\Delta L}{L_o}$$

পীড়ন (Stress) :

একক ক্ষেত্রফল বিকৃতির কারণে পদার্থের ভেতর যে বল তৈরি হয় সেটাই হচ্ছে পীড়ন।

$$\text{পীড়ন} = \frac{F}{A}$$

হুকের সূত্র (Hooke's Law) :

স্থিতিস্থাপক সীমার ভিতরে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

অর্থাৎ , পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

বা , পীড়ন $=$ ধ্রুবক $\times$ বিকৃতি

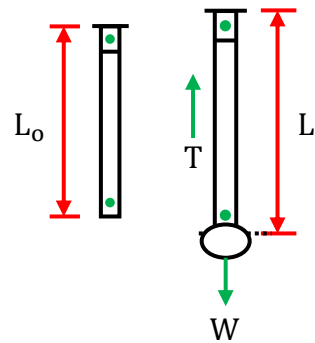
প্রত্যেক পদার্থের পীড়ন এবং বিকৃতির সাথে সম্পর্কযুক্ত ধ্রুবকটিকে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

ধরি, A প্রস্থচ্ছেদের একটা তারের দৈর্ঘ্য L_o, এর সাথে W ওজনের একটা ভর ঝুলিয়ে দেয়া হলে দৈর্ঘ্যে বেড়ে হল L। এ বর্ধিত দৈর্ঘ্যের তারটির ভেতর একটি পাল্টা বল T তৈরি করেছে।

কাজেই পীড়ন হচ্ছে $\frac{T}{A}$ এবং বিকৃতি হচ্ছে : $\frac{L-L_o}{L_o}$

অতএব, $\frac{T}{A} \propto \frac{L-L_o}{L_o}$

$\Rightarrow \frac{T}{A} = Y(\frac{L-L_o}{L_o})$ যা ইয়ং এর গুণাঙ্ক

এই ধ্রুবকের নাম **ইয়াংস মডুলাস** (Young's Modulus)

আবার, V_o আয়তনের গ্যাস থাকা একটি সিলিন্ডার বিবেচনা করি। গ্যাসে P চাপ দেওয়ায় গ্যাসের আয়তন কমে V হয়ে গেলো। অতএব পীড়ন হচ্ছে P এবং বিকৃতি : $\frac{V-V_o}{V_o}$

$$\text{অতএব, } P \propto \frac{V-V_o}{V_o}$$

$$P = B(\frac{V-V_o}{V_o})$$

এ ধ্রুবককে **বাল্ক মডুলাস** (Bulk Modulus) বা **আয়তনীয় গুণাঙ্ক** বলে।

ইয়াংস মডুলাস ও বাল্ক মডুলাস উভয়ের একক Nm^{-2} অথবা Pa।

৬. পদার্থের তিন অবস্থা : কঠিন, তরল এবং গাস (The three states of matter : Solid, Liquid & Gas)

❑ পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্ব (Molecular Kinetic theory of matter) :

পদার্থের অণুগুলো গতিশীল অবস্থায় আছে, এই ধারণা ধরে নেওয়াই পদার্থের আণবিক গতিতত্ত্বের মূল বিষয়।

i) যেকোনো পদার্থ অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কনার সমন্বয়ে গঠিত, যাদের অণু বলে।

ii) অণুগুলো এত ক্ষুদ্র যে তাদেরকে বিন্দুবৎ বিবেচনা করা হয়।

iii) অণুগুলা সর্বদা গতিশীল।

iv) গ্যাসের ক্ষেত্রে অণুগুলা বেশ দূরে দূরে থাকে, এজন্য তাদের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল কাজ করে না বললেই চলে। তরলের ক্ষেত্রে অণুগুলো কিছুটা দূরে থাকলেও তাদের মধ্যে আকর্ষণ বল কাজ করে এবং তরলকে পাত্রের আকার ধারণ করতে বাধ্য করে। কঠিন পদার্থের অণুগুলো খুব কাছাকাছি থাকে এবং তাদের মধ্যে তীব্র আকর্ষণ বল কাজ করে বিধায় কঠিন পদার্থের নিজস্ব আকার ও আয়তন আছে।

v) গ্যাসের ও তরলের ক্ষেত্রে অণুগুলো এলোমেলো ছুটোছুটি করে বলে এরা পরস্পরের সাথে এবং পাত্রের দেয়ালের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়।

❑ পদার্থের চতুর্থ অবস্থা (Fourth state of matter) :

পদার্থের চতুর্থ অবস্থার নাম প্লাজমা। এই প্লাজমা হল অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস। প্লাজমার বড় উৎস হল সূর্য। অন্যান্য নক্ষত্রগুলোও প্লাজমার উৎস। প্রায় কয়েক হাজার ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় প্লাজমা অবস্থার উৎপত্তি হয়। গ্যাসের ন্যায় প্লাজমার নির্দিষ্ট আকার বা আয়তন নেই। বর্তমানে হালকা নিউক্লিয়াসকে একত্র করে ফিউশান পদ্ধতিতে শক্তি তৈরি করার জন্য প্লাজমা ব্যবহারের চেষ্টা করা হয়।

Formula Table

সূত্র	চলকের পরিচয়	একক
$P = \frac{F}{A}$	$P =$ চাপ $F =$ বল $A =$ ক্ষেত্রফল	$\frac{N}{m^2}$ বা Pa(প্যাসকেল)
$\rho = \frac{m}{V}$	$\rho =$ ঘনত্ব $m =$ ভর $V =$ আয়তন	kg/m^3 অথবা gm/cc
$P = h\rho g$	$P =$ স্থির তরলে কোনো বিন্দুতে চাপ। $h =$ তরলের উপরিপৃষ্ট হতে বিন্দুর দুরত্ব $\rho =$ ঘনত্ব $g =$ অভিকর্ষজ ত্বরণ	$\frac{N}{m^2}$ বা Pa(প্যাসকেল)
$F = Ah\rho g$	$F =$ কোনো বিন্দউতে তরল দ্বারা প্রদত্ত বল $h =$ উচ্চতা $\rho =$ তরলের ঘনত্ব $g =$ অভিকর্ষজ ত্বরণ	N বা নিউটন
$F = V\rho g$	$V =$ বস্তুর আয়তন $\rho =$ তরলের ঘনত্ব $g =$ অভিকর্ষজ ত্বরণ	N বা নিউটন

সূত্র	চলকের পরিচয়	একক
$\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$	F_1 = ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল F_2 = বড় পিস্টনে অনুভূত বল A_1 = ছোট পিস্টনের ক্ষেত্রফল A_2 = বড় পিস্টনের ক্ষেত্রফল	
বিকৃতি $= \frac{L-L_0}{L_0}$	L_0 = বস্তুর দৈর্ঘ্য L = পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য	নেই
পীড়ন $= \frac{F}{A}$	F = প্রতিরোধ বল A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল	Pa
স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $= \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$		Nm^{-2}
$\frac{T}{A} = Y(\frac{L-L_0}{L_0})$	T = টান বল A=প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল L_0 = বস্তুর দৈর্ঘ্য L = পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য Y = ইয়াং মডুলাস	
$P = B\left(\frac{V-V_0}{V_0}\right)$	P = পীড়ন V_0 = আয়তন V = পরিবর্তিত আয়তন B =বাল্ক মডুলাস	

TOPICWISE MATH

Type – 1 : $P = \frac{F}{A}$

১. কোনো ব্যক্তির ভর 80 kg হলে এবং তার জুতার ক্ষেত্রফল 88 cm^2 হলে, ঐ ব্যক্তি কর্তৃক প্রযুক্ত চাপের পরিমাণ কত?

উত্তর : এখানে, ভর $m = 80kg$

ক্ষেত্রফল, $A = 88cm^2$

এখানে, ব্যক্তির ওজনই জুতার উপর বল হিসেবে ক্রিয়া করে। অর্থাৎ $W = F$

এখানে, ওজন $W = mg$

$= (80 \times 9.8)\ N = 784\ N$

$\therefore$ চাপ $P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{784\ N}{88 \times 10^{-4} m^2}$

$= 89090.9\ Pa$

২. 60 m^2 ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি বস্তুর চাপ $4.9 \times 10^8 Nm^{-2}$ হলে, প্রযুক্ত বলের পরিমাণ কত?

উত্তর : আমরা জানি, $P = \frac{F}{A}$

$\Rightarrow F = (60 \times 4.9 \times 10^8)N$

$= 2.94 \times 10^{10} N$

$\therefore$ প্রযুক্ত বলের পরিমাণ $2.94 \times 10^{10} N$

Type – 2 : $\rho = \frac{m}{v}$

১. একটি নিরেট বস্তুর ওজন 4.99N। এটি পানিতে ডুবালে $1000cm^3$ আয়তনের পানি অপসারণ করে। বস্তুটির পানিতে ওজন 2.39N। $1\ cm^3$ পানির ভর $= 1gm$। বস্তুটির ঘনত্ব কত?

উত্তর : বস্তুটি তার আয়তনের সমান পানি অপসারণ করবে।

দেওয়া আছে, বস্তুর আয়তন $V = 1000cm^3 = 1000 \times 10^{-6}m^3$

পানিতে বস্তুর ওজন, $W = mg$

$$\Rightarrow 2.39 = m \times 9.8$$

$$\Rightarrow m = 0.244\ kg$$

আমরা জানি, ঘনত্ব $\rho = \frac{m}{v}$

$$= \frac{0.244kg}{1000 \times 10^{-6}m^3}$$

$$= 243.877kgm^{-3}$$

$\therefore$ বস্তুটির ঘনত্ব $243.877\ kgm^{-3}$

Type – 3 : $P = h\rho g$

১. একটি পুকুরের তলদেশে চাপ $2.94 \times 10^6 Pa$ হলে ঐ পুকুরের গভীরতা কত?

উত্তর : দেওয়া আছে, চাপ $P = 2.94 \times 10^6 Pa$

আমরা জানি, তরলের ঘনত্ব $\rho = 1000kgm^{-3}$

জানা আছে, $P = h\rho g$

$$\therefore h = \frac{P}{\rho g}$$

$$= \frac{2.94 \times 10^6 Pa}{1000kgm^{-3} \times 9.8ms^{-2}}$$

$$= 300m$$

$\therefore$ পুকুরের গভীরতা $300\, m$।

Type – 4 : প্লবতা $F_B = V\rho g$

১. একটি বস্তুর ক্ষেত্রফল $300cm^2$, এর উচ্চতা 1m, বস্তুটির ভর 55kg। বস্তুটিকে পানিতে নিমজ্জিত করা হলে ওজন নির্ণয় কর।

উত্তর : এখানে, ক্ষেত্রফল $A = 300cm^2 = 300 \times 10^{-4}m^2$

উচ্চতা $h = 1\ m$

ভর $m = 55\ kg$

পানির ঘনত্ব $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

বাতাসে বস্তুর ওজন $W = mg$

$= (55 \times 9.8)\ N$

$= 539\ N$

প্লবতা $F_b = V\rho g$

$= \{(300 \times 10^{-4} \times 1) \times 1000 \times 9.8\}\ N$

$= 294\ N$

আমরা জানি, প্লবতা = বাতাসে বস্তুর ওজন – পানিতে বস্তুর ওজন

∴ পানিতে বস্তুর ওজন = বাতাসে বস্তুর ওজন – প্লবতা

$W' = W - F_b$

$= (539 - 294)\ N$

$= 245\ N$

∴ পানিতে নিমজ্জিত করলে বস্তুর ওজন হবে 245 N

Type – 5 : $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$

১. একটি হাইড্রোলিক প্রেসারে ছোট ও বড় পিস্টনের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 8m ও 16m। ছোট পিস্টনের উপর 80N বল প্রয়োগ করা হলে, বড় পিস্টনের উপির অনুভূত বল নির্ণয় কর।

উত্তর : দেওয়া আছে,

ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল $F_1 = 80\ N$

ছোট পিস্টনের ব্যাসার্ধ $r_1 = 8\ m$

বড় পিস্টনের ব্যাসার্ধ $r_2 = 16\ m$

আমরা জানি, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{\pi {r_2}^2}{\pi {r_1}^2} \times F_1$$

$$= \frac{{r_2}^2}{{r_1}^2} \times F_1$$

$$= \left(\frac{16}{8}\right)^2 \times 80$$

$$= 320\ N$$

∴ বড় পিস্টনের উপর অনুভূত বল $320\ N$

Type – 6 : $\frac{T}{A} = Y\left(\frac{L-L_o}{L_o}\right)$

১. একটি তারের উপাদানের ইয়ংস মডুলাস $3 \times 10^3 Nm^{-2}$। তারের ব্যাস 3cm ও আদিদৈর্ঘ্য 0.9cm হলে, 10032 N বল প্রয়োগের পর দৈর্ঘ্য কত হবে? দেওয়া আছে, আদি দৈর্ঘ্য $L_o = 0.9m$ এবং ব্যাস $d = 0.03m$

উত্তর : দেওয়া আছে, আদি দৈর্ঘ্য $L_o = 0.9m$

এবং ব্যাস $d = 0.03m$

$$= \left\{3.1416 \times \left(\frac{0.03}{2}\right)^2\right\} m^2$$

$$= 7.0686 \times 10^{-4} m^2$$

বল, $T = 10032N$

ইয়ংস মডুলাস, $Y = 2 \times 10^{13} Nm^{-2}$

আমরা জানি, $\frac{T}{A} = Y(\frac{L-L_0}{L_0})$

$$\Rightarrow \frac{10032}{7.0686 \times 10^{-4}} = 2 \times 10^{13} \times (\frac{L - 0.9}{0.9})$$

$$\therefore L = 0.9m$$

∴ 10032 N বল, প্রয়োগের পর পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য 0.9m হবে।

Type – 7 : $P = B\left(\frac{V-V_o}{V_o}\right)$

১. কিছু পরিমাণ কেরোসিনকে তার মোট আয়তনের 0.9% সংকুচিত করতে কি পরিমাণ চাপ দিতে হবে? (কেরোসিনের আয়তন গুণাঙ্ক $2.3 \times 10^8 Nm^{-2}$)

উত্তর : দেওয়া আছে, আয়তন বিকৃতি $= \frac{V-V_o}{V_o}$

$= 0.9\%$

$= 0.009$

আয়তন গুণাঙ্ক $B = 2.3 \times 10^8 Nm^{-2}$

আমরা জানি, চাপ $P = B(\frac{V-V_o}{V_o})$

$= (2.3 \times 10^8 \times 0.009) Nm^{-2}$

$= 2070000\ Nm^{-2}$

কেরোসিনকে তার মোট আয়তনের 0.9% সংকুচিত করতে $2070000 Nm^{-2}$ চাপ দিতে হবে।

SOLVED CQ

১। ঢাকা বোর্ড - ২০১৭

$20\ cm^2$ ক্ষেত্রফল ও $10\ cm$ উচ্চতাবিশিষ্ট একটি বস্তুর বাতাসে ও পানিতে উজন যথাক্রমে $9.8\ N$ এবং $7.84\ N$ এখানে $g = 9.8\ ms^2$

ক. আর্কিমিডিসের সুত্রটি বিবৃত কর।

খ. কোনো বস্তু ভাষা এবং নিমজ্জনের শর্তগুলো উল্লেখ কর।

গ. বস্তুর উপাদানের ঘনত্ব নির্ণয় কর ।

ঘ. উদ্দীপকটি আর্কিমিডিসের সুত্র মেনে চলে কি না – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর ।

উত্তর

ক. কোনো বস্তুকে স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরুপে ডুবালে বস্তুটি কিছু ওজন হারায় বলে মনে হয়। এ হারানো উজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত হয়। এ হারানো উজন বসস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরলের ওজনের সমান।

খ. বস্তুর ওজন ও বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের উজন যথাক্রমে W_1 ও W_2 বস্তুটি ভাসা ও নিমজ্জনের শর্তগুলো হলো:-

1) $W_1 > W_2$ এবং $P_1 > P_2$ হলে বস্তুটি সম্পুর্ণরূপে ডুবে যাবে।
2) $W_1 = W_2$ এবং $P_1 = P_2$ হলে সম্পূর্ণরূপে ডুবে যায়।
3) $W_1 < W_2$ এবং $P_1 < P_2$ হলে আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

গ.

বস্তুটির বাতাসে ওজন, $w = 9.8\ N$

আমরা জানি, $m = \frac{w}{g} = \frac{9.8\ N}{9.8\ ms^{-2}} = 1\ kg$

বস্তুর ক্ষেত্রফল $A = 20\ cm^2$ ও উচ্চতা $h = 10\ cm$

$\therefore$ আয়তন $V = (20 \times 10)\ cm^3 = 200\ cm^3$
$= 200 \times 10^{-6}\ m^3$

ঘনত্ব, $\rho = \frac{m}{v} = \frac{1\ kg}{200\times10^{-6}\ m^3}$
$= 5000\ kgm^{-3}$

$\therefore$ বস্তুর উপাদানের ঘনত্ব $5000\ kgm^{-3}$

ঘ) দেওয়া আছে, বস্তুটির বাতাসে ওজন $w = 9.8\ N$

পানিতে উজন, $W' = 9.8\ N$

'গ' হতে পাই, আয়তন $V = 200 \times 10^{-6}\ m^3$

আমরা জানি, পানির ঘনত্ব, $\rho' = 1000\ kgm^{-3}$

বস্তুটি আর্কিমিডিসের সুত্র মেনে চলবে যদি বস্তুটির হারান উজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরলের ওজনের সমান হয়।

$\therefore$ বস্তু দ্বারা অপসারিত তরলের ওজন $W' = V\rho g$

$= (200 \times 10^{-6} \times 1000 \times 9.8)\ N$

$= 1.96\ N$

বস্তুটির হারানো ওজন, $W_1 = W - W' = (9.8 - 7.84)\ N$

$= 1.96\ N$

$\therefore W' = W_1$

পরিশেষে বলা যায়, উদ্দীপকটি আর্কিমিডিসের সুত্র মেনে চলে।

২। যশোর বোর্ড - ২০১৭

একটি পাত্র পানি দিয়ে এবং একটি পাত্র কেরোসিন দিয়ে পরিপূর্ণ আছে। প্রথম পাত্রটির উচ্চতা $75\ cm$ এবং পানি ও কেরোসিনের ঘনত্ব যথাক্রমে $1000\ kgm^{-3}$ এবং $800\ kgm^{-3}$ অপর একটি বস্তু আছে যার আয়তন $400\ cm^3$।

ক. হুকের সুত্রটি লিখ।

খ. বেরিবাধ তৈরি করার সময় বাধের উপরের অংশ চওড়া রাখা হয় কেন?

গ. প্রথম পাত্রের তলদেশে চাপের পরীক্ষা নির্ণয় কর।

ঘ. প্রথম বস্তুটিকে ১ম ও ২য় পাত্রের তরলের মধ্যে ছেড়ে দিলে কোন পাত্রে প্লবতার মান বেশি হবে- তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

ক. হুকের সূত্রটি হল – স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক

খ. বেড়িবাধের উপরের অংশ হতে নিচের অংসে চাপ বেশি হওয়ায় উপরের অংশ চওড়া রাখা হয়।

আমরা জানি, তরলের অভ্যন্তরে চাপ গভীরতার সমানুপাতিক। বেড়িবাঁধের নিচের অংশে পানির চাপ একারণে বেশি থাকে। এই অতিরিক্ত চাপ থেকে বেড়িবাঁধকে রক্ষার উদ্দেশ্যে নিচের অংশ তুলনামূলক চওড়া রাখা হয়।

গ. দেওয়া আছে,

প্রথম পাত্রটির উচ্চতা, $h = 75\ cm = 0.75\ m$

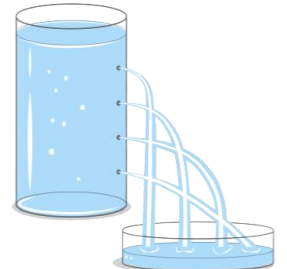
পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

আমরা জানি,

চাপ, $P = h\rho g$

$= (0.75 \times 1000 \times 9.8)\ Pa$

$= 7350\ Pa$

প্রথম পাত্রের তলদেশে চাপের পরিমাপ $7350\ Pa$

ঘ. দেওয়া আছে,

বস্তুটির আয়তন, $V = 400\ cm^3$
$= 200 \times 10^{-6}\ m^3$
$= 4 \times 10^{-4}\ m^3$

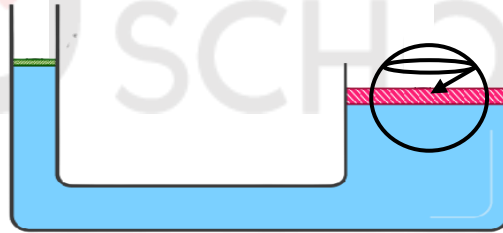
পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

কেরোসিনের ঘনত্ব, $\rho' = 800\ kgm^{-3}$

∴প্রথম পাত্রের প্লবতা, $F = V\rho g$
$= (4 \times 10^{-4} \times 1000 \times 9.8)\ N$
$= 3.92\ N$

∴ দ্বিতীয় পাত্রের প্লবতা, $F' = V\rho' g$
$= (4 \times 10^{-4} \times 800 \times 9.8)\ N$
$= 3.14\ N$

$\therefore F > F'$

প্রথম বস্তুটিকে ১ম ও ২য় পাত্রের মধ্যে ছেড়ে দিলে ১ম পাত্রে প্লবতার মান বেশি হবে।

৩। বরিশাল বোর্ড - ২০১৭

$d_1 = 20\ cm$
$d_2 = 40\ cm$
গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = 5\ cm$
ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

ক. আপেক্ষিক তাপ কি?

খ. ভবন তৈরিতে লোহার রড ব্যাবহার করা হয় কেন?

গ. গোলকের ভর নির্ণয় কর।

ঘ. ছোট পিষ্টনে 15 N বল প্রয়োগ করলে বড় পিষ্টনের বস্তুকে উঠানো যাবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

উত্তর

ক. একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা এক একক বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে আপেক্ষিক তাপ বলে।

খ. লোহার স্থিতিস্থাপকতা তুলনামূলকভাবে বেশি হয়। প্রয়োজন অনুসারে লোহাকে আকৃতি প্রদান করা সম্ভব। এছাড়া তুলনামূলকভাবে দাম কম এবং অন্যান্য ধাতুর চেয়ে সহজলভ্য। এ কারণেই ভবন তৈরিতে লোহার রড ব্যাবহার করা হয়।

গ. দেওয়া আছে,

গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = 5\ cm$

$= 0.05\ m$

ঘনত্ব , $\rho = 1050\ kgm^{-3}$

$\therefore$ আয়তন , $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (0.05)^3$

আমরা জানি, $m = \rho V$

$= (10500 \times 5.24 \times 10^{-4})\ kg$

$= 5.5\ kg$

$\therefore$ গোলকের ভর, $5.5\ kg$

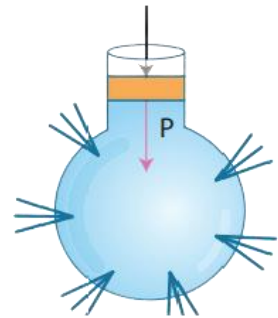
ঘ. দেওয়া আছে,

ছোট পিস্টনের ব্যাস, $d_1 = 20\ cm$

$\therefore$ ব্যাসার্ধ, $r_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{20\ cm}{2} = 10\ cm = 0.1\ m$

বড় পিস্টনের ব্যাস, $d_2 = 40\ cm$

$\therefore$ ব্যাসার্ধ, $r_2 = \frac{40\ cm}{2} = 20\ cm = 0.2\ m$

ছোট পিস্টনে প্রযুক্ত বল, $F_1 = 15\ N$

ধরি,

বড় পিস্টনে প্রযুক্ত বল, F_2

আমরা জানি, $\frac{F_2}{F_1} = \frac{A_2}{A_1}$

$$\Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{\pi {r_2}^2}{\pi {r_1}^2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{{r_2}^2}{{r_1}^2}$$

$$\Rightarrow F_2 = \left(\frac{15 \times 0.2}{0.1}\right) N$$

$$= 60\ N$$

$\because F_2 > W$

'গ' হতে পাই, গোলকের ভর 5.5 kg

ওজন $W = mg$

$$= (5.5 \times 9.8)\ N$$

$$= 53.9\ N$$

$\therefore$ ছোট পিস্টনে 15 N বল প্রয়োগ করে বড় পিস্টনের বস্তুটিকে উঠানো যাবে।

৪। দিনাজপুর বোর্ড - ২০১৭

900 m^3 আয়তনের এবং 300kg ভরের একটি জলযান পানিতে ভেসে থাকে। তখন উহার উপর $2.94 \times 10^6\ N$ প্লবতা কাজ করে। জলযানটির আকার অপরিবর্তনীয় রেখে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় সাবমেরিন হিসেবে চালাতে চেষ্টা করা হলো।

ক. প্লবতা কাকে বলে?
খ. নির্দিষ্ট তরলে নির্দিষ্ট গভীরতায় কোনো বিন্দুতে চাপের তারতম্যের কারণ কি?
গ. ভেসে থাকা অবস্থায় জলযানটির কত অংশ পানিতে ডুবে থাকে ?
ঘ. কি ধরনের পরিবর্তনের ফলে উল্লিখিত শেষোক্ত চেষ্টা সফল হবে?

উত্তর

ক. তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত কোনো বস্তুর উপর তরল বা বায়বীয় পদার্থ লম্বভাবে যে ঊর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ করে তাকে প্লবতা বলে।

খ. নির্দিষ্ট তরলে নির্দিষ্ট গভীরতায় কোনো বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের ভিন্নতার কারণে চাপের তারতম্য ঘটে।
আমরা জানি, ρ ঘনত্ব বিশিষ্ট তরলে h গভীরতায় চাপ $P = h\rho g$ যেখানে g হচ্ছে অভিকর্ষজ ত্বরণ। এখানে তরল ও গভীরতা নির্দিষ্ট h ও ρ ধ্রুবক। এক্ষেত্রে h ও g সমানুপাতিক। তবে g এর মান পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয়। এ তারতম্যের কারণেই নির্দিষ্ট তরলে নির্দিষ্ট গভীরতায় চাপেরও তারতম্য ঘটতে পারে।

গ. দেওয়া আছে, জলযানের আয়তন, $V = 900m^3$
এবং, ভর,$m = 300\ kg$
প্লবতা, $F_b = 2.94 \times 10^6\ N$
আমরা জানি, পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$
ধরি, জলযানের ডুবন্ত অংশের আয়তন, $F_b = V'\rho g$

$$\Rightarrow 2.96 \times 10^6 = V' \times 1000 \times 9.8$$
$$\therefore V' = 300\ m^3$$

এখন,

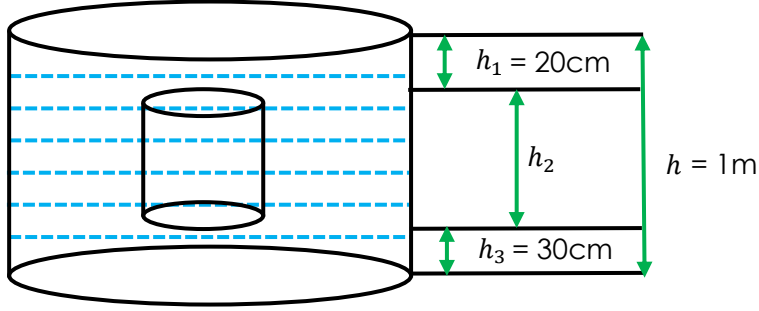
$$\frac{V'}{V} = \frac{300}{900}$$
$$\Rightarrow \frac{V'}{V} = \frac{1}{3}$$
$$\Rightarrow V' = \frac{1}{3}V$$

$\therefore$ ভেসে থাকা অবস্থায় জলযানটির অংশ $\frac{1}{3}$ পানিতে ডুবে থাকবে।

ঘ. দেওয়া আছে, জলযানের ভর, $m = 900\ kg$
আমরা জানি পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$
জলযানটির আকার অপরিবর্তনীয় থাকলে এর আকার ও অপরিবর্তনীয় হবে।
$\therefore$ আয়তন, $V = 960\ m^3$

আমরা জানি, কোনো বস্তু ও তরলের ঘনত্ব সমান হলে বস্তুটি তরলে সসম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।
সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসমান জলযান কর্তৃক অপসারিত পানির ওজন, $w = V\rho g$
$= (900 \times 1000 \times 9.8)\ N$
$= 8.82 \times 10^6\ N$

ধরি, জলযানের পরিবর্তিত ভর $= m'$
আমরা জানি, $W = m'g$
$\Rightarrow 8.82 \times 10^6 = m' \times 9.8$
$\therefore m' = 9 \times 10^5\ kg$
$\therefore$ ভর বৃদ্ধি করতে হবে $= m' - m$
$= (9 \times 10^5 - 300)kg$
$= 8.997 \times 10^5 kg$

পরিশেষে বলা যায়, জলযানের ভর $8.997 \times 10^5 kg$ বৃদ্ধি করতে পারলে উল্লিখিত শেষোক্ত চেষ্টা সফল হবে।

৫। চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৬

$ABCD$সিলিন্ডারের ব্যাসার্ধ $5cm$

ক. তরলের আপাত প্রসারণ কাকে বলে?

খ. আমরা বায়ুমন্ডলের চাপ অনুভব করি না কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের C বিন্দুতে তরলের চাপ নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে প্রমান কর যে, "সিলিন্ডার কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন সিলিন্ডারের উপর কিয়ারত ঊর্ধ্বমুখী লব্ধিবলের সমান"

উত্তর

ক. কোনো পাত্রে তরল রেখে তাপ দিলে পাত্রের প্রসারণ বিবেচনায় না এলে তরলের যে প্রসারণ পাওয়া যায় তাকে তরলের আপাত প্রসারণ বলে।

খ. বায়ুমন্ডল প্রতিনিয়ত আমাদের শরীরে চাপ দিচ্ছে। কিন্তু মানুষের শরীরের ভিতরে রক্তের চাপ বায়ুমন্ডলের চাপ অপেক্ষা বেশি। একারণেই আমরা বায়ুমন্ডল এর চাপ অনুভব করি না।

গ. দেওয়া আছে, $h = 1\ m$ ও $h_3 = 30cm = 0.3m$

∴ তরলের গভীরতা, $h' = h - h_3$

$= (1 - 0.3)\ m$

$= 0.7\ m$

ধরি, তরলের ঘনত্ব $= \rho$

আমরা জানি, $P = h'\rho g$

$= (0.7 \times \rho \times 9.8)Pa$

$= 6.86\ \rho Pa$

∴ উদ্দীপকের C বিন্দুতে তরলের চাপ $6.86\ \rho Pa$

ঘ. দেওয়া আছে, $h_1 = 20\ cm = 0.02m$

$h_3 = 30\ cm = 0.3$ m

$h = 1m$

সিলিন্ডারের ব্যাসার্ধ $r = 5cm = 0.05m$

উচ্চতা $h_2 = h - (h_1 - h_3)$
$= \{1 - (0.2 + 0.3)m$
$= 0.5\ m$

ও আয়তন, $V = \pi r^2 h_2$
$= 3.1416 \times (0.05m)^2 \times 0.5m$
$= 3.927 \times 10^{-3} \times m^3$

ধরি, তরলের ঘনত্ব $= \rho$

আমরা জানি, $m = \rho v$
$= \rho \times 3.927 \times 10^{-3} m^3$
$= 3.927 \times 10^{-3}\ \rho\text{kg}$

প্লবতা, $F_b = V\rho g = (3.927 \times 10^{-3} \times \rho \times 9.8)\ N$
$= 38.48 \times 10^{-3}\ \rho N$

এবং সিলিন্ডার কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন, $W = mg$
$= 3.927 \times 10^{-3}\ \rho kg$
$= 38.48 \times 10^{-3}\ \rho N$

$\therefore F_b = W$

পরিশেষে বলা যায়, উল্লিখিত উক্তিটি যথার্থ প্রমাণিত হয়েছে।

৬। যশোর বোর্ড - ২০১৫

$400\ cm^2$ ভূমির ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট একটি পাত্রকে পানিতে নিমজ্জিত করা হয়। পানির উপরিতল থেকে পাত্রের উপর পৃষ্ঠের গভীরতা $15cm$ পাত্রের উচ্চতা $90\ cm$ পানিসহ পাত্রের ভর $36.5\ kg$।

ক. পীড়ন কি ?
খ. সব পদার্থে স্থিতিস্থাপকতা একইরকম হয় না কেন ?
গ. পাত্রের ভূমির প্রযুক্ত বল কত ?
ঘ. সমুদ্রের পানি দ্বারা পূর্ণ পাত্রের ভর $36.6\ kg$ হলে পাত্রটি এই অবস্থায় সমুদ্রের পানিতে ছেড়ে দিলে কী অবস্থায় থাকবে গাণিতিক বিশ্লেষণ এর মাধ্যমে মতামত দাও।

উত্তর

ক. একক ক্ষেত্রফলে বিকৃতির কারণে পদার্থের ভেতরে যে বল তৈরি হয় সেটাই হচ্ছে পীড়ন।

খ. ঢাকা বোর্ড - ২০১৭ এর অনুরূপ

গ. দেওয়া আছে, ববস্তুটির উচ্চতা, $h = 0.1\, m$

ভর, $m = 5.5kg$

ক্ষেত্রফল, $A = 300cm^2$

$= 3\, m^2$

আয়তন, $V = Ah$

$= (0.03 \times 0.1)\, m^3$

$= 3 \times 10^{-3}\, m^3$

আমরা জানি, তরলের ঘনত্ব, $\rho = 1000\, kgm^{-3}$

বাতাসে বস্তুটির ওজন, $W = mg$

$= (5.5 \times 9.8)\, N$

$= 53.9\, N$

এবং বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন, $W' = V\rho g$

$= (3 \times 10^{-3} \times 1000 \times 9.8) N$

$= 29.4\, N$

∴পানিতে বস্তুর উজন $= (53.9 - 29.4) N$

$= 24.5\, N$

∴ বস্তুটির পানিতে উজন $24.5\, N$

ঘ. দেওয়া আছে, বস্তুটির ভর $m = 5.5\, kg$

আমরা জানি, কোনো বস্তু ও তরলের ঘনত্ব সমান হলে বস্তুটি তরলে সসম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\, kgm^{-3}$

বস্তুর ঘনত্ব, $\rho = 1000\, kgm^{-3}$

আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{v}$

$\therefore V = \frac{m}{\rho}$

$= \frac{5.5\, kg}{1000\, kgm^{-3}}$

$= 5.5kg \times 10^{-3} m^3$

পরিশেষে বলা যায়, বস্তুটির সমান ভরের কোনো বস্তুর আয়তন $5.5kg \times 10^{-3} m^3$ হলে, বস্তুটি পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

৭। একটি লোহার টুকরার ভর $3.3\ kg$। লোহার টুকরাটিকে $80\ cm^3$ আয়তনের একটি কর্কের সাথে বেঁধে পানিতে ছেড়ে দেওয়া হলো। লোহা ও কর্কের ঘনত্ব যথাক্রমে $8000\ kgm^{-3}$ এবং $400 kgm^{-3}$।

ক) চাপের একক কি?

খ) পচা মৃত মাছ পানিতে ভাসে কেন?

গ) লোহার টুকরার আয়তন নির্ণয় কর।

ঘ) কর্ক বাঁধা অবস্থায় লোহার টুকরা পানিতে ভাসবে না ডুববে- গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও।

উত্তর

(ক) চাপের একক প্যাসকেল (Pa) বা Nm^{-2}।

(খ) পানির ঘনত্বের তুলনায় পচা মৃত মাছের ঘনত্ব কম হওয়ায় তা পানিতে ভাসে।

আমরা জানি, কোনো বস্তুর ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের তুলনায় কম হলে তা ঐ তরলে ভাসে। মাছ পচে গেলে তার ঘনত্ব পানির থেকে কমে যায়। আর এ কারণেই পচা মৃত মাছ পানিতে ভাসে।

(গ) দেওয়া আছে, লোহার টুকরার ভর $m = 3.3kg$

ঘনত্ব $\rho = 8000\ kgm^{-3}$

আমরা জানি, $\rho = \frac{m}{V}$

$\therefore V = \frac{3.3\ kg}{8000 kgm^{-3}}$

$= 4.125 \times 10^{-4}\ m^3$

$\therefore$ লোহার টুকরার আয়তন $4.125 \times 10^{-4}\ m^3$

(ঘ) দেওয়া আছে লোহার টুকরার ভর $m = 3.3kg$

ঘনত্ব $\rho = 8000\ kgm^{-3}$

কর্কের আয়তন $V' = 80\ cm^3 = 80 \times 10^{-6} m^3$

এবং ঘনত্ব $\rho' = 400 kgm^{-3}$

'গ' হতে পাই, লোহার টুকরার আয়তন $v = 4.125 \times 10^{-4}\ m^3$

কর্কের ভর $m' = \rho' V'$

$= (400 \times 80 \times 10^{-6}) kg$

$= 0.032 kg$

কর্ক ও লোহার মিলিত ভর $m'' = m + m'$

$= (3.3 + 0.032) kg$

$= 3.332 kg$

এবং মিলিত আয়তন $V'' = V + V'$

$= (4.125 \times 10^{-4} + 80 \times 10^{-6}) m^3$

$= 4.925 \times 10^{-4}\ m^3$

∴মিলিত অবস্থায় ঘনত্ব $\rho'' = \frac{m''}{V''}$

$$= \frac{3.332 \text{kg}}{4.925 \times 10^{-4}\ \text{m}^3}$$

$= 6765.48\ kgm^{-3}$

এখানে, $\rho'' > \rho_w$

পানির তুলনায় বস্তুর ঘনত্ব বেশি হলে তা পানিতে ডুবে যায়। তাই বলা যায়, কর্ক বাঁধা অবস্থায় লোহার টুকরার ঘনত্ব পানির ঘনত্বের তুলনায় বেশি বলে লোহার টুকরা পানিতে ভাসবে।

৮। $55cc$ আয়তনের একটি বস্তুর ঘনত্ব $10505\ kgm^{-3}$। $35cc$ আয়তনের অপর একটি বস্তুর ঘনত্ব" $19333 kgm^{-3}$। "প্রথম বস্তুটিকে পানিপূর্ণ পাত্রে সম্পূর্ণ ডুবিয়ে ওজন নেওয়া হলো। দ্বিতীয় বস্তুটিকে একবার পানিপূর্ণ পাত্রে এবং আবার গ্লিসারিন পূর্ণ পাত্রে ডুবিয়ে ওজন নেওয়া হলো। গ্লিসারিনের ঘনত্ব $1260 kgm^{-3}$।

ক) আর্কিমিডিসের সূত্রটি লিখ।

খ) ব্যারোমিটারের পারদ স্তম্ভের উচ্চতা "76cm" থেকে বৃদ্ধি পেয়ে "82cm" হলে বায়ুর চাপের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর।

গ) প্রথম বস্তুটির পানিতে ওজন নির্ণয় কর।

ঘ) দ্বিতীয় বস্তুটির ক্ষেত্রে ভিন্ন ভিন্ন তরলে হারানো ওজনের অনুপাত নির্ণয় কর এবং হারানো ওজনের তারতম্যের কারণ বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

(ক) বস্তুকে কোনো স্থির তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি কিছু ওজন হারায় বলে মনে হয়। এ হারানো ওজন বস্তুটির দ্বারা অপসারিত তরলের ওজনের সমান।

(খ) ব্যারোমিটারে পারদস্তম্ভের উচ্চতা বেড়ে $76\,cm$ হতে $82\,cm$ হলে বায়ুমন্ডলে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে যাবে এবং সে স্থান শুষ্ক বাতাস দখল করে ফেলবে। ফলস্বরূপ আবহাওয়া শুষ্ক এবং পরিষ্কার থাকবে।

গ) দেওয়া আছে বস্তুর আয়তন $V = 55cc = 55 \times 10^{-6}\,m^3$

পানির ঘনত্ব $\rho_w = 1000\,kgm^{-3}$

আমরা জানি, $m = \rho V$

$= (10505 \times 55 \times 10^{-6})kg$

$= 0.578kg$

বস্তুর বাতাসে ওজন $W = mg$

$= (0.578 \times 9.8)N$

$= 5.66\,N$

প্লবতা, $F_b = V\rho_w g$

$= (55 \times 10^{-6} \times 1000 \times 9.8)N = 0.539$ N

আমরা জানি,

প্লবতা = বাতাসে বস্তুর ওজন - পানিতে বস্তুর ওজন

$\Rightarrow F_b = W - W_w$

$\Rightarrow W_w = 5.66 - 0.539$

$= 5.121\,N$

∴প্রথম বস্তুটির পানিতে ওজন $5.121\,N$

(ঘ) দেওয়া আছে,

দ্বিতীয় বস্তুর আয়তন $V = 35cc$

$= 35 \times 10^{-6}\,m^3$

পানির ঘনত্ব. $\rho_w = 1000\,kgm^{-3}$

গ্লিসারিনের ঘনত্ব $\rho_g = 1260\,kgm^{-3}$

বস্তুর পানিতে হারানো ওজন $W_1 = V\rho_w g$

$= (35 \times 10^{-6} \times 1000 \times 9.8)N$

$= 0.343\ N$

বস্তুর গ্লিসারিনে হারানো ওজন $W_2 = V\rho_g g$

$$= (35 \times 10^{-6} \times 1260 \times 9.8)N$$

$$= 0.43218\ N$$

অতএব, $\frac{\text{পানিতে হারানো ওজন}}{\text{বাতাসে হারানো ওজন}} = \frac{0.343}{0.432} = \frac{50}{63}$

সুতরাং ভিন্ন ভিন্ন তরলে হারানো ওজনের অনুপাত 50:63 । হারানো ওজনের তারতম্যের কারণ হলো উভয় তরলের ঘনত্বের ভিন্নতা।

৯। দুটি বস্তু A ও B –এর ভর $m_A = m_B = 5\ gm$। B বস্তুটি নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসে এবং A বস্তুটি তরলে ডুবে যায়। তরলের উপরি তল হলে গভীরতায় A বস্তুটি চাপ $5880\ Pa$ ।

ক) হুকের সূত্রটি লিখ।

খ) প্রযুক্ত বল স্থির থাকলে চাপের সাথে ক্ষেত্রফলের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

গ) তরলের ঘনত্ব কত?

ঘ) A ও B এর মধ্যে কোনটির আয়তন বেশি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

(ক) হুকের সূত্রটি হলো- স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

(খ) আমরা জানি, চাপ $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

যদি বলকে স্থির রাখা হয় তাহলে চাপের সাথে ক্ষেত্রফলের সম্পর্ক ব্যাস্তানুপাতিক হয়। অর্থাৎ ক্ষেত্রফল যত কম চাপ তত বৃদ্ধি পায়। আবার ক্ষেত্রফল বাড়লে চাপ কমে যায়।

(গ) এখানে, চাপ $P = 5880\ Pa$

গভীরতা $h = 10m$

আমরা জানি, $P = h\rho g$

$\Rightarrow \rho = \frac{P}{hg}$

$= \frac{5880\ Pa}{10m \times 9.8\ ms^{-2}}$

$= 60\ kgm^{-3}$

$\therefore$তরলের ঘনত্ব $60\ kgm^{-3}$ ।

(ঘ) দেওয়া আছে,

$m_A = m_B = 5\ gm = 0.005kg$

তরলের ঘনত্ব $\rho = 60\ kgm^{-3}$

B বস্তুটি নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসে বলে এর ঘনত্ব তরলের ঘনত্বের সমান।

$\therefore B$ বস্তুর ঘনত্ব $\rho_B = 60\ kgm^{-3}$

$\therefore$আয়তন $V_B = \frac{m_B}{\rho_B} = \frac{0.005kg}{60\ kgm^{-3}} = 8.33 \times 10^{-5}\ m^3$

আবার, A বস্তুটি তরলে ডুবে যায় বলে এর ঘনত্ব তরলের ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি।

অর্থাৎ A বস্তুর ঘনত্ব B বস্তুর ঘনত্ব অপেক্ষাও বেশি হবে। কারণ B বস্তুটি তরলে নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসে বলে এর ঘনত্ব স্বাভাবিকভাবে তরলের ঘনত্বের সমান হবে।

ধরি, A ও B এর ঘনত্ব যথাক্রমে ρ_A ও ρ_B

এবং আয়তন যথাক্রমে V_A ও V_B

এখন, $\rho_A > \rho_B$

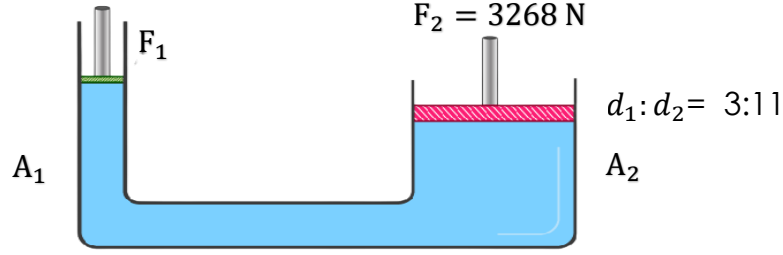
$\Rightarrow \frac{m_A}{V_A} > \frac{m_B}{V_B}$

$\Rightarrow \frac{m_A}{V_A} > \frac{m_A}{V_B}$

$\Rightarrow \frac{1}{V_A} > \frac{1}{V_B}$

$\Rightarrow V_A < V_B$

$\Rightarrow V_B > V_A$

পরিশেষে বলা যায়, A ও B বস্তুর মধ্যে B – এর আয়তন বেশি।

১০। ছোট পিস্টনে বল প্রয়োগে তা $1.8m$ নিচে নামে।

ক) 1 বায়ুমন্ডলীয় চাপ বলতে কি বুঝ?

খ) সমান ভরের কিন্তু ভিন্ন আয়তনের দুটি ভিন্ন বস্তুর ঘনত্ব ব্যাখ্যা কর।

গ) F_1 এর মান নির্ণয় কর।

ঘ) যন্ত্রটিতে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি অনুসৃত হবে কি না- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

উত্তর

(ক) বায়ুমন্ডল তার ওজনের জন্য ভূ-পৃষ্ঠে প্রতি বর্গমিটার ক্ষেত্রফলে যদি $1N$ বল প্রয়োগ করে তবে তাকে 1 বায়ুমন্ডলীয় চাপ বলে।

(খ) আমরা জানি, কোনো বস্তুর ভর ও আয়তন যথাক্রমে m ও v হলে ঘনত্ব ρ হবে,

$\therefore \rho = \frac{m}{V}$

যেহেতু বস্তুদ্বয়ের ভর সমান সেহেতু ভর ধ্রুবক।

$\therefore \rho \propto \frac{1}{V}$

অর্থাৎ আয়তন ঘনত্বের ব্যাস্তানুপাতিক।

এর থেকে বোঝা যায়, বস্তু দুইটির মধ্যে যেটির আয়তন বেশি হবে সেটির ঘনত্ব কম হবে।

(গ) দেওয়া আছে, $F_2 = 3258\text{N}$

$$d_1 : d_2 = 3 : 11$$
$$\Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{2}{9}$$

আমরা জানি,

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$\Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{1}{4}\pi {d_1}^2}{\frac{1}{4}\pi {d_2}^2}$$

$$=> \frac{F_1}{3258} = \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2$$

$$=> \frac{F_1}{3258} = \left(\frac{3}{11}\right)^2$$

$$\therefore F_1 = 242.33\ N$$

$\therefore$ F_1 এর মান $242.33\ N$

(ঘ) দেওয়া আছে, $d_1 : d_2 = 3.11$

$$\Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = \frac{3}{11}$$

বল প্রয়োগের পর ছোট পিস্টনে পানির উচ্চতা,

$$h_1 = 1.8m$$

যেহেতু বল প্রয়োগের ফলে ছোট সিলিন্ডার থেকে তরল বড় সিলিন্ডারে প্রবেশ করবে সেহেতু,

$$V_1 = V_2$$

$$\Rightarrow A_1 h_1 \& = A_2 h_2$$

$$\Rightarrow h_2 \& = \frac{A_1}{A_2} \times h_1$$

$$= \frac{\frac{1}{4}\pi d_1^2}{\frac{1}{4}\pi d_2^2} \times h_1$$

$$= \left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2 \times h_1$$

$$= \left(\frac{3}{11}\right)^2 \times 1 \cdot 8$$

$$= 0.13388\text{m}$$

∴বড় সিলিন্ডারটি 0.134 উপরে উঠবে।

ছোট পিস্টনে প্রদত্ত শক্তি,

$$E_1 = F_1 h_1$$

$$= (242 \cdot 33 \times 1.8)\mathrm{J}$$

$$= 436 \cdot 2\, J$$

বড় পিস্টনে প্রদত্ত শক্তি ,

$$E_2 = F_2 h_2$$
$$= (3858 \times 0.13388)J$$

$$= 436.2\ \mathrm{J}$$

দেখা যাচ্ছে, $E_1 = E_2$

পরিশেষে বলা যায়, যন্ত্রটিতে শক্তির সংরক্ষনশীলতা নীতি অনুসৃত হবে।

SOLVED MCQ

১. কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে কি বলে ? **(জ্ঞান)**

(ক) চাপ ✓ (খ) বল (গ) ঘনত্ব (ঘ) নিউটন

তথ্য/ব্যাখ্যা : যেহেতু, $P = \frac{F}{A}$ সেহেতু চাপ ও ক্ষেত্রফল পরস্পরের ব্যস্তানুপাতিক। তাই ক্ষেত্রফল কম হলে চাপ বেশি হবে।

২. A ক্ষেত্রফলের উপর ক্রিয়ারত লম্বভাবে প্রযুক্ত বল F হলে নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক ? **(প্রয়োগ)**

(ক) $F = \frac{P}{A}$ (খ) $A = \frac{P}{F}$ (গ) $P = \frac{F}{A}$ ✓ (ঘ) $F = \frac{A}{P}$

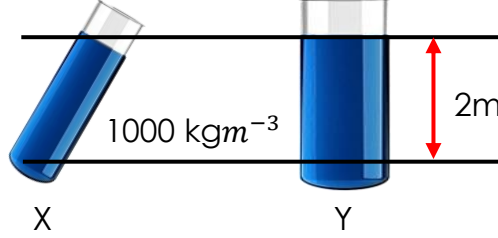
তথ্য/ব্যাখ্যা : আমরা জানি, চাপ= $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$ । অতএব, চাপ P বল F ও ক্ষেত্রফল A হলে, $P = \frac{F}{A}$]

৩. $P = \frac{F}{A}$ সমীকরণে F এর মান বেশি হলে P এর মান কেমন হবে ? **(উচ্চতর দক্ষতা)**

(ক) P বেশি হবে ✓ (খ) P কমে যাবে

(গ) P এর মান স্থির থাকবে (ঘ) সর্বনিম্ন হবে

তথ্য/ব্যাখ্যা : $P = \frac{F}{A}$ হওয়ায় চাপ ও বল পরস্পরের সমানুপাতিক। অর্থাৎ বল বেশি হলে চাপ বেশি হবে।]

৪. $P = h\rho g$ এ সূত্রানুসারে নিচের চিত্রের X ও Y বিন্দুতে চাপ কত হবে ? **(উচ্চতর দক্ষতা)**

(ক) 18700 Pa (খ) 18200 Pa (গ) 19000 Pa (ঘ) 19600 Pa ✔

তথ্য/ব্যাখ্যা : চিত্রে স্পষ্টত বোঝা যায়, তরলের ঘনত্ব, $\rho = 1000kg\,m^{-1}$ এবং তরলের মুক্ত তল হতে নির্দিষ্ট দাগ পর্যন্ত তরলের গভীরতা, $h = 2m$; আমাদের জানা, অভিকর্ষজ ত্বরণের মান, $g = 9.8ms^{-2}$ ∴ চাপ, $P = h\rho g = 2m \times 1000kgm^{-3} \times 9.8ms^{-2} = 19600\,Pa$

৫. প্লবতার মান নির্ভর করে – **(অনুধাবন)**

(ক) বস্তুর আয়তন (খ) তরলের ঘনত্ব (গ) অভিকর্ষজ ত্বরণ (ঘ) সবগুলো ✔

তথ্য/ব্যাখ্যা : আমরা জানি, প্লবতা= $V\rho g$। সুতরাং, প্লবতার মান বস্তুর আয়তন (V), তরলের ঘনত্ব (ρ), এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর উপর নির্ভর করে।

৬. $1\ m^2$ আয়তনের কঠিন বস্তুকে পানিতে ডুবালে তার উপর প্লবতার মান কত হবে ? **(প্রয়োগ)**

(ক) 8900 N (খ) 9800 N ✔ (গ) 1000 N (ঘ) 9800 N

তথ্য/ব্যাখ্যা : আমরা জানি, প্লবতা= $V\rho g = 1\,m^3 \times 1000kgm^{-3} \times 9.8\,ms^{-2} = 9800\,N$।

৭. কীভাবে চাপের একক পাওয়া যায়? **(উচ্চতর দক্ষতা)**

(ক) বলের একককে ক্ষেত্রফলের একক দিয়ে ভাগ করে ✓

(খ) বল ও ক্ষেত্রফলের একক গুণ করে

(গ) বল ও ত্বরণের একক গুণ করে

(ঘ) ক্ষেত্রফল ও ত্বরণের একক গুণ করে

তথ্য/ব্যাখ্যা : চাপ= $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$; তাই চাপের একক= $\frac{\text{বলের একক}}{\text{ক্ষেত্রফলের একক}}$

৮. 100 N বল $1m^2$ ক্ষেত্রের উপর ক্রিয়া করলে, চাপ কত? **(প্রয়োগ)**

(ক) 100 Pa ✓ (খ) 10 Pa (গ) 1000 Pa (ঘ) 200 Pa

তথ্য/ব্যাখ্যা : চাপ= $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{100\ N}{1\ m^2} = 100\ Pa$

৯. 5 m^2 ক্ষেত্রফলের বস্তুর উপর 10 Pa চাপ সৃষ্টি করতে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করতে হবে? **(প্রয়োগ)**

(ক) 50 N ✓ (খ) 2 N (গ) 500 N (ঘ) 20 N

তথ্য/ব্যাখ্যা : আমরা জানি, $P = \frac{F}{A}$ বা, $F = PA = 10\ Pa \times 5m^2 = 50\ N$

১০. 100 N বল $0.01m^2$ ক্ষেত্রের উপর প্রযুক্ত হলে চাপ কত হবে? **(প্রয়োগ)**

(ক) 100 Pa ✓ (খ) 1000 Pa (গ) 10 Pa (ঘ) 10000 Pa

তথ্য/ব্যাখ্যা : চাপ, $P = \frac{F}{A} = \frac{100\ N}{0.01\ m^2} = 10000\ Pa$

১১. বল 100 N এবং চাপ 5 Pa হলে ক্ষেত্রফল কত? **(প্রয়োগ)**

(ক) $2m^2$ (খ) $20m^2$ ✓ (গ) $500m^2$ (ঘ) $10m^2$

তথ্য/ব্যাখ্যা : $P = \frac{F}{A}$ বা $A = \frac{F}{P} = \frac{100N}{5\ Pa} = 20m^2$

১২. প্রযুক্ত বল স্থির থাকলে ও ক্ষেত্রফল যত কম হয় চাপ তত কি হয় ? **(অনুধাবন)**

(ক) কম নয় (খ) বেশি হয় (গ) পরিবর্তন হয় না (ঘ) পরিবর্তিত হয়

তথ্য/ব্যাখ্যা: চাপ = $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$; বল স্থির হলে, চাপ $\propto \frac{১}{\text{ক্ষেত্রফল}}$; অর্থাৎ ক্ষেত্রফল ও চাপ পরস্পরের ব্যস্তানুপাতিক হবে। ক্ষেত্রফল যত কম হবে চাপ তত বেশি হবে।

১৩. জুতা পায়ে কোন মহিলার ওজন 490 N। তার জুতার তলার ক্ষেত্রফল $2 \times 10^{-4} m^2$ হলে চাপ কত হবে ? **(প্রয়োগ)**

(ক) $2.45 \times 10^5\ Pa$
(খ) $2.5 \times 10^7\ Pa$
(গ) $2.45 \times 10^6\ Pa$
(ঘ) $2.45 \times 10^4\ Pa$

তথ্য/ব্যাখ্যা : চাপ, $P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{490\ N}{2 \times 10^{-4} m^2} = 2.45 \times 10^6\ Pa$।

১৪. রফিকের ওজন 490 N হলে এবং তার জুতার তলার ক্ষেত্রফল $200 \times 10^{-4} \text{m}^2$ হলে রফিকের চাপ কত ? **(প্রয়োগ)**

(ক) $2.45 \times 10^6\ Pa$
(খ) $2.45 \times 10^5\ Pa$
(গ) $2.45 \times 10^4\ Pa$
(ঘ) $2.45 \times 10^7\ Pa$

তথ্য/ব্যাখ্যা : চাপ, $P = \frac{F}{A} = \frac{W}{A} = \frac{490\ N}{200 \times 10^{-4} m^2} = 2.45 \times 10^4\ Pa$।

১৫. একটি পুকুরের পানির উপরিতল থেকে 1 মিটার গভীরতায় কত চাপ অনুভূত হবে ? **(প্রয়োগ)**

(ক) 980 Pa (খ) 9800 Pa (গ) 98 Pa (ঘ) 9.8 Pa

তথ্য/ব্যাখ্যা : পানির চাপ নির্ণয়ের সূত্র, $P = h\rho g$। যেখানে, h = পানির গভীরতা, ρ = পানির ঘনত্ব, g = অভিকর্ষজ ত্বরণ। প্রশ্নে উল্লেখিত মান এবং জানা $\rho = 1000 kgm^{-3}$ ও $g = 9.8 ms^{-2}$ এর মান বসালে পানির চাপের সঠিক মান পাওয়া যাবে।

১৬. একটি পুকুরের গভীরতা 3 m হলে উহার তলদেশে চাপ কত হবে ? **(প্রয়োগ)**

(ক) $2.94 \times 10^4\ Pa$ (খ) $2.09 \times 10^4\ Pa$

(গ) $0.29 \times 10^4\ Pa$ (ঘ) $2.9 \times 10^{-4}\ Pa$

তথ্য/ব্যাখ্যা : আমরা জানি, $P = h\rho g = 3m \times 1000kgm^{-3} \times 9.8ms^{-2} = 29400\ Pa$।

১৭. প্যাসকেলের সুত্র কোন পদার্থের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য ? **(জ্ঞান)**

(ক) তরল পদার্থ (খ) বায়বীয় পদার্থ (গ) কঠিন পদার্থ (ঘ) ক ও খ উভয়ই

তথ্য/ব্যাখ্যা: প্যাসকেলের সুত্র হল কোনো আবদ্ধ পাত্রে তরল বা বায়বীয় পদার্থের ওপর চাপের প্রভাব সম্পর্কিত।

১৮. পুকুরে আবদ্ধ পানির কোনো অংশের উপর চাপ প্রয়োগ করলে কী ঘটবে ? **(প্রয়োগ)**

(ক) পানির ঐ অংশের চাপ স্থির থাকে

(খ) পানি সবদিকে বৃদ্ধি পায়

(গ) চাপ সবদিকে কমে যায়

(ঘ) চাপ সবদিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয়

১৯. একটি হাইড্রলিক প্রেসের ছোট ও বড় পিস্টনের ক্ষেত্রফল যথাক্রমে 5 cm^2 ও $25cm^2$। ছোট পিস্টনে কত বল পাওয়া যাবে ? **(প্রয়োগ)**

(ক) 500 N (খ) 25 N (গ) 2500 N (ঘ) 125 N

২০. স্থির তরলের মধ্যে কোনো বিন্দুতে চাপ, $p =$ কত ? **(প্রয়োগ)**

(ক) $Ah\rho g$ (খ) $h\rho g$ (গ) $A\rho g$ (ঘ) ρgA

তথ্য/ব্যাখ্যা: স্থির তরলের কোন বিন্দুতে চাপ $P = h\rho g$ । চাপ = উচ্চতা/গভীরতা × ঘনত্ব × অভিকর্ষজ ত্বরণ।

২১. চাপ, গভীরতা ও ঘনত্বের কোন সম্পর্কটি সঠিক ? **(প্রয়োগ)**

(ক) $P \propto h\rho$ (খ) $\rho \propto hP$ (গ) $h \propto P\rho$ (ঘ) $\frac{h}{P} \propto \rho$

তথ্য/ব্যাখ্যা : **চাপ গভীরতা ও ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক** :

আমরা জানি, চাপ $P = h\rho g$ ।

এখানে যেহেতু g ধ্রুবক, সুতরাং $P =$ ধ্রুবক× $h\rho$

$\therefore P \propto h\rho$]

২২. নির্দিষ্ট ঘনত্বের তরলের গভীরতা তিন মিটার থেকে নয় মিটার করলে চাপ কত বাড়বে ? **(প্রয়োগ)**

[কু-বো: ২০১৬]

(ক) 3 গুণ (খ) 6 গুণ (গ) 9 গুণ (ঘ) 9 গুণ

তথ্য/ব্যাখ্যা : আমরা জানি,

$$P_1 = h_1\rho g$$

$$P_2 = h_2\rho g$$

সুতরাং $\frac{P_2}{P_1} = \frac{h_2\rho g}{h_1\rho g}$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{9}{3} = 3$$

$$P_2 = 3P_1$$

∴ চাপ ৩ গুণ হবে।

এখানে,
প্রথম অবস্থায় চাপ, P_1
পরবর্তী অবস্থায় চাপ, P_2
প্রথম গভীরতা, $h_1 = 3m$
পরবর্তী গভীরতা, $h_2 = 9m$

২৩. তরল পদার্থের ভিতরে কোনো বিন্দুতে চাপের মান কোনটির উপর নির্ভর করে না ?

(ক) ভূমির ক্ষেত্রফল ✔ (খ) বিন্দুর গভীরতা (গ) তরলের ঘনত্ব (ঘ) অভিকর্ষজ ত্বরণ

তথ্য/ব্যাখ্যা : তরল পদার্থের ভিতরে কোনো বিন্দুতে চাপের মান ভূমির ক্ষেত্রফল এর উপর নির্ভর করে না।

২৪. 1 cm^3 আয়তনের পানির ওজন কত ? [ব-বো: ২০১৬]

(ক) 100 gm ✔ (খ) 1 gm (গ) 5 gm (ঘ) 5 lbs

তথ্য/ব্যাখ্যা : আমরা জানি,

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V$$

$$= 1000 \times 1 \times 10^{-6}$$

$$= 10^{-3} kg$$

$$= 10^{-3} \times 10^3 gm$$

$$= 1 gm$$

সুতরাং, 1cm^3 পানির ভর 1gm.

২৫. 5 m^3 আয়তনের পানির ভর কত ? [হলি ক্রস উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

(ক) 1000 kg ✔ (খ) 3000 kg (গ) 5000 kg (ঘ) 2500 kg

তথ্য/ব্যাখ্যা : উপরের প্রশ্নের অনুরূপ।

২৬. সোনার তৈরি একটি নিরেট সিলিন্ডারের আয়তন $20cm^3$। সিলিন্ডারের ভর কত ?

(ক) 400 gm (খ) 200 gm (গ) 386 gm (ঘ) 300 gm

তথ্য/ব্যাখ্যা : এখানে, সিলিন্ডারের আয়তন= $20cm^3 = \frac{20}{(100)^3} m^3$

$= 20 \times 10^{-6}$

$= 2 \times 10^{-5} m^3$

আমরা জানি, সোনার ঘনত্ব $= 19300\ kgm^{-3}$

আবার, ঘনত্ব $= \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$

বা, ভর=আয়তন× ঘনত্ব

বা, ভর=$2 \times 10^{-5} \times 19300 (m^3 \times kg/m^3)$

সুতরাং, ভর = 0.386 kg = 386 gm

২৭. প্রবাহী হলো-

i. কঠিন

ii. তরল

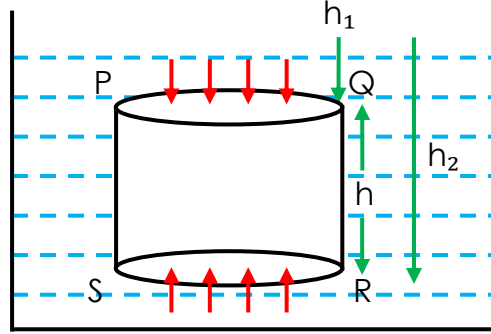
iii. বায়বীয়

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

তথ্য/ব্যাখ্যা : তরল বা বায়বীয় পদার্থ হল প্রবাহী।

প্রবাহী: যেসব পদার্থ সহজে প্রবাহিত হতে পারে তাদেরকে প্রবাহী বলে। তরল বা বায়বীয় পদার্থ সহজে প্রবাহিত হতে পারে বলে এদেরকে প্রবাহী বলে। প্রবাহী চাপ প্রদান করে।

২৮.

চিত্র থেকে সিলিন্ডারের উপর প্রযুক্ত বলগুলোর ক্ষেত্রে নিম্নক্ত কোন সিদ্ধান্ত উপনীত হওয়া যায় ?

i. সিলিন্ডারের উপরের পৃষ্ঠে তরল কর্তৃক নিম্নমুখী বল প্রয়োগ হয়

ii. সিলিন্ডারের নিম্ন পৃষ্ঠে তরল কর্তৃক ঊর্ধ্বমুখী বল প্রয়োগ হয়

iii. সিলিন্ডারের বক্র পৃষ্ঠে তরল কর্তৃক পার্শ্বচাপ পরস্পর বিপরীতমুখী ও সমান নয়।

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i ও ii ✓ (খ) ii ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii

তথ্য/ব্যাখ্যা : তরলের মধ্যে কোনো কঠিন বস্তুকে নিমজ্জিত করলে বস্তুর প্রতি বিন্দুতে সর্বমুখী চাপ অনুভূত হবে।

- সিলিন্ডারের উপরি পৃষ্ঠে PQ-এ তরল কর্তৃক নিম্নমুখী বল প্রযুক্ত হয়
- সিলিন্ডারের নিম্ন পৃষ্ঠে SR-এ তরল কর্তৃক ঊর্ধ্বমুখী বল প্রযুক্ত হয়
- সিলিন্ডারের বক্র পৃষ্ঠে তরল কর্তৃক পার্শ্বচাপ পরস্পর বিপরীতমুখী ও সমান বিধায় নাকচ হয়ে যায় তাই (iii) নং সঠিক নয়।

২৯. লোহার তৈরি জাহাজ পানিতে ভাসে। কারণ -

i. লোহা পানি অপেক্ষা কম ঘনত্বসম্পন্ন

ii. জাহাজ কর্তৃক অপসারিত পানির ওজন জাহাজের ওজনের চেয়ে বেশি

iii. জাহাজ কর্তৃক অপসারিত পানির ওজন জাহাজের ওজনের চেয়ে কম।

নিচের কোনটি সঠিক ?

(ক) i (খ) ii ✓ (গ) i ও iii (ঘ) ii ও iii

৩০. নিচের কোনটি ঘনত্বের একক ? [কু-বো: ২০১৫]

(ক) kgm^{-3} (খ) kgm^{-2} (গ) kgm^{-1} (ঘ) kgm

তথ্য/ব্যাখ্যা : ঘনত্ব$=\frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}=\frac{kg}{m^3}=kgm^{-3}$

৩১. প্লাজমার কণাগুলো কীরূপ ? [চ-বো: ২০১৫]

(ক) তড়িৎ অপরিবাহী (খ) তাপ অপরিবাহী (গ) নির্দিষ্ট আয়তনবিশিষ্ট (ঘ) তড়িৎ পরিবাহী

৩২. সঞ্চয়ী কোষে ব্যবহৃত সালফিউরিক এসিডের ঘনত্ব কত ? [দি-বো: ২০১৫ , সি-বো: ২০১৫]

(ক) $10.5 \times 10^3 kgm^{-3}$ থেকে $11.3 \times 10^3 kgm^{-3}$

(খ) $13.1 \times 10^3 kgm^{-3}$ থেকে $15.1 \times 10^3 kgm^{-3}$

(গ) $1.5 \times 10^3 kgm^{-3}$ থেকে $1.3 \times 10^3 kgm^{-3}$

(ঘ) $1.5 \times 10^3 kgm^{-3}$ থেকে $1.1 \times 10^3 kgm^{-3}$

৩৩. বস্তুর ওজন তরলের প্লবতার চেয়ে বেশি হলে কোনটি ঘটবে ? [দি-বো: ২০১৫]

(ক) বস্তুটি তরলে সম্পূর্ণভাবে ডুবে যাবে

(খ) বস্তুটি তরলে আংশিক ডুবে যাবে

(গ) বস্তুটি তরলে ওজনহীন মনে হবে

(ঘ) বস্তুটি তরলে ভেসে উঠবে

৩৪. কোন সাগরের পানিতে মানুষ ভাসে ? [ব-বো: ২০১৫]

(ক) Red Sea (খ) Dead Sea (গ) Blue Sea (ঘ) Cat Sea

৩৫. প্লাজমা অবস্থার বড় উৎস কোনটি ? [ব-বো: ২০১৫]

(ক) সূর্য (খ) গ্রহ (গ) চাঁদ (ঘ) বায়ুমণ্ডল

৩৬. লোহার ঘনত্ব কত ? [দি-বো: ২০১৫]

(ক) $1000kgm^{-3}$ (খ) $7800kgm^{-3}$ (গ) $10500kgm^{-3}$ (ঘ) $19300kgm^{-3}$

৩৭. কোনো বস্তুর ওজন তার আয়তনের দুই-তৃতীয়াংশের কোনো তরলের ওজনের সমান। বস্তুটি তরলে ছেড়ে দিলে, বস্তুটি কি অবস্থায় থাকবে ? [দি-বো: ২০১৫]

(ক) তরলের তলদেশে ডুবে যাবে

(খ) তরলের মাঝামাঝি অবস্থান করবে

(গ) সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় আসবে

(ঘ) আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে

৩৮. এক প্যাসকেল (1 Pa) = কত ?

(ক) $1Nm^{-2}$ (খ) Nm^{-1} (গ) $1Nm$ (ঘ) $1Nm^{-2}kg^{-1}$

৩৯. চাপের মাত্রা কোনটি ? [মাইলস্টোন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

(ক) MLT^{-1} (খ) $ML^{-1}T^{-1}$ (গ) $ML^{-1}T^{-2}$ (ঘ) $ML^{-2}T^{-2}$

তথ্য/ব্যাখ্যা : চাপ, $P = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{(\text{ভর}\times\text{ত্বরণ})}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{MLT^{-2}}{L^2} = ML^{-1}T^{-2}$

৪০. কোনো সিলিন্ডারের উপর প্রযুক্ত চাপ $2.45 \times 10^4 Pa$ এবং সিলিন্ডারটির উপর প্রযুক্ত বল 490 N তাহলে সিলিন্ডারটির ক্ষেত্রফল কত ?

(ক) $250\ cm^2$ (খ) $200\ cm^2$ (গ) $245\ cm^2$ (ঘ) $300\ cm^2$

তথ্য/ব্যাখ্যা : এখানে, চাপ $P = 2.45 \times 10^4 Pa$; প্রযুক্ত বল $F = 490N$

আমরা জানি, চাপ$= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= \frac{\text{বল}}{\text{চাপ}}$

$$\therefore A = \frac{F}{P} = \frac{490N}{2.45 \times 10^4 Pa} = 2 \times 10^{-2} m^2 = 200cm^2$$

৪১. 60 kg ভরের একজন ব্যক্তির এক পায়ের তলদেশের ক্ষেত্রফল $100cm^2$ হলে, দুই পায়ে দাঁড়ানো অবস্থায় সে কী পরিমাণ চাপ অনুভব করবে ? [ঐ স্থানের $g = 9.8ms^{-2}$] [দি-বো: ২০১৫]

(ক) $5.88 \times 10^4\ Pa$
(খ) $2.94 \times 10^4\ Pa$ ✓
(গ) $5.88 \times 10^2\ Pa$
(ঘ) $2.94 \times 10^2\ Pa$

তথ্য/ব্যাখ্যা : $F = mg = 60 \times 9.8 = 588\ N$]

ক্ষেত্রফল, $A = (100 \times 10^{-4} \times 2)m^2$ [ব্যক্তির পায়ের সংখ্যা দুটি বলে]

$$\therefore P = \frac{F}{A} = \frac{588}{2 \times 100 \times 10^{-4}} = 2.94 \times 10^4 Pa$$

৪২. বিভিন্ন অনুষ্ঠানে যেসব বেলুন উড়ানো হয় তাতে কী থাকে ?

(ক) N_2
(খ) O_2
(গ) H_2 ✓
(ঘ) Cl_2

৪৩. হাইড্রোজেন গ্যাস ভর্তি হালকা বেলুন বায়ুতে সহজে উপরের দিকে উঠে যায় কোন কারণে ?

(ক) ঘনত্বের পার্থক্যের কারণে ✓
(খ) তাপের পার্থক্যের কারণে
(গ) আয়তনের পার্থক্যের কারণে
(ঘ) ভরের পার্থক্যের কারণে

তথ্য/ব্যাখ্যা : হাইড্রোজেন গ্যাসের ঘনত্ব বায়ুর ঘনত্বের চেয়ে বেশ কম। তাই এই গ্যাস ভর্তি হালকা বেলুন বায়ুতে সহজে উপরের দিকে উঠে যায়।

৪৪. সঞ্চয়ী কোষে কোন এসিড ব্যবহার করা হয় ? [পাবনা জিলা স্কুল, পাবনা]

(ক) H_2SO_4 ✓
(খ) HCL
(গ) HNO_3
(ঘ) যেকোনো এসিড ব্যবহার করা যায়

৪৫. আই.পি.এস-এ ব্যবহৃত এসিডের ঘনত্ব কত kgm^{-3} ?

(ক) $1.5 \times 10^3 - 1.4 \times 10^3$

(খ) $1.4 \times 10^3 - 1.3 \times 10^3$

(গ) $1.5 \times 10^3 - 1.3 \times 10^3$ ✓

(ঘ) $1.6 \times 10^3 - 1.4 \times 10^3$

তথ্য/ব্যাখ্যা : আই.পি.এস এ বড় ব্যাটারি থাকে যাদেরকে সঞ্চয়ী কোষ বল হয়। সঞ্চয়ী কোষে ব্যবহৃত এসিডের ঘনত্ব $-1.5 \times 10^3 kgm^{-3}$ থেকে $1.3 \times 10^3 kgm^{-3}$।

৪৬. ঘনত্ব মাপার যন্ত্র কোনটি ? [সি–বো: ২০১৬]

(ক) ব্যারোমিটার

(খ) স্পিডোমিটার

(গ) হাইড্রোমিটার ✓

(ঘ) ভোলটামিটার

৪৭. পুকুরের অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে পানির চাপ কোনটির উপর নির্ভর করে না ?

(ক) পুকুরের তলদেশের ক্ষেত্রফল ✓

(খ) পুকুরের পানির ঘনত্ব

(গ) ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ

(ঘ) পুকুরের পানির উচ্চতা

_তথ্য/ব্যাখ্যা: $P = h\rho g$, যেহেতু সুত্রে A ক্ষেত্রফলের রাশি অনুপস্থিত তাই পুকুরের পানির চাপ পুকুরের তলদেশের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে না।

৪৭. পুকুরের পানির ভর কত ?

(ক) $18\ kg$
(খ) $1.8 \times 10^6\ kg$ ✓
(গ) $1800\ kg$
(ঘ) $6 \times 10^5\ kg$

তথ্য/ব্যাখ্যা :

আমরা জানি,

$$\rho = \frac{m}{v}$$
$$\Rightarrow m = \rho V$$
$$= 1000 \times 1800$$
$$= 1.8 \times 10^6\ kg$$

এখানে,

পুকুরের আয়তন $V = 30 \times 20 \times 3$
$= 1800 m^3$

জানা আছে,

পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 kgm^{-3}$

পানির ভর, $M = ?$

৪৮. পুকুরটি অর্ধপূর্ণ থাকলে তলদেশের কোন বিন্দুতে চাপ কত ?

(ক) $1470\ Nm^{-1}$
(খ) $4700\ Pa$
(গ) $14.7\ k\ Pa$ ✓
(ঘ) $14.7 \times 10^4\ Pa$

তথ্য/ব্যাখ্যা :

আমরা জানি,

$$P = h\rho g$$
$$= 1.5 \times 1000 \times 9.8\ Pa$$
$$= 14700\ Pa$$
$$= 14.7k\ Pa$$

এখানে,

$h = \frac{3}{2} m$
$= 1.5\ m$ (অর্ধপূর্ণ)
$\rho = 1000\ kgm^{-3}$
$g = 9.8\ ms^{-2}$
$P = ?$

৪৯. কোনো পুকুরের গভীরতা 1m। উহার তলদেশে কত Pa চাপ প্রযুক্ত হবে ?

(ক) $980\ Pa$ ✓ (খ) $9.8\ Pa$

(গ) $88\ Pa$ (ঘ) $87.7\ Pa$

তথ্য/ব্যাখ্যা : আমরা জানি,

$P = h\rho g$

এখানে, দেওয়া আছে, উচ্চতা $h = 1m$

আমরা আরও জানি, পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000kgm^{-3}$

সুতরাং, $P = h\rho g$

$= (1 \times 1000 \times 9.8)\ Pa$

$= 980\ Pa$

৫০. $0.5m^3$ আয়তনের একটি বস্তুর ভর 10 kg হলে, বস্তুটির ঘনত্ব কত ? [কু-বো: ২০১৬]

(ক) $0.005\ kgm^{-3}$ (খ) $0.05\ kgm^{-3}$

(গ) $5\ kgm^{-3}$ (ঘ) $20\ kgm^{-3}$ ✓

তথ্য/ব্যাখ্যা : দেওয়া আছে, ভর $m = 10\ kg$

আয়তন $V = 0.5\ kgm^{-3}$

$\therefore$ ঘনত্ব $\rho = \frac{m}{v} = \frac{10}{0.5} = 20kgm^{-3}$